

**Beiträge
zur Morphologie, Biologie und Bekämpfung
der Karpfenläuse**

Inauguraldissertation
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen
zur
Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von

Jürgen Stammer
aus Breslau

1959

Als Dissertation genehmigt
von der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Erlangen



Tag der mündlichen Prüfung: 15. 7. 1959

Dekan: Universitätsprofessor Dr. R. Fleischmann

Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. W. Wunder

Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. W. Neuhaus

Sonderdruck aus: Zeitschrift für Parasitenkunde Bd. 19 Heft 2
Springer-Verlag Heidelberg

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Erlangen
BEITRÄGE ZUR MORPHOLOGIE, BIOLOGIE
UND BEKÄMPFUNG DER KARPFFENLÄUSE

Von

JÜRGEN STAMMER

Mit 51 Textabbildungen

(Eingegangen am 4. November 1958)

Inhalt

	Seite
Einleitung	135
A. Morphologie	136
I. Morphologie des erwachsenen Arguliden	136
1. Allgemeiner Überblick	136
2. Pigmentierung	138
3. Carapax und seine Beborstung	141
4. Extremitäten	145
5. Abdomen	153
II. Entwicklungsstadien von <i>Argulus</i>	156
B. Biologie	167
1. Schädigungen des Fisches durch <i>Argulus</i>	167
2. Verteilung und Verbreitung von <i>Argulus</i>	170
3. Beiträge zur Physiologie von <i>Argulus</i>	177
4. Begattung, Eiablage und Entwicklung	182
5. Histologische Schädigungen der Fischhaut	186
C. Bekämpfung von <i>Argulus</i>	190
Zusammenfassung	205
Literatur	207

Einleitung¹

Karpfenläuse, die schon in früheren Jahrhunderten Wissenschaftler zu Studien anregten, sind in neuester Zeit wieder in das Interesse, vor allem des Fischereibiologen, gerückt. Neben dem Fischegel ist die Karpfenlaus maßgeblich an der Übertragung der ansteckenden Bauchwassersucht beteiligt. Gab es doch, im Gegensatz zum Fischegel, noch kein wirksames Mittel zur Bekämpfung dieses Parasiten. Ein Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Schädigungen am Karpfen genauer aufzuzeigen und durch eingehende Versuche verschiedenster neuerer

¹ Für die mannigfaltige Unterstützung danke ich besonders meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. W. WUNDER und Herrn Prof. Dr. NEUHAUS für manche Hinweise. Ferner danke ich den Herren Dr. GOTTBEBÜT und Dr. BANK für die unermüdlichen Hilfen bei der Materialbeschaffung, und auch den zahlreichen Teichbesitzern bin ich Dank schuldig für Materialüberlassung, sowie Frau KRAUS für Unterstützung bei den Zeichnungen.

Präparate ein zu diesem Zwecke geeignetes herauszufinden. Trotz der zahlreichen Arbeiten über die Systematik und das Vorkommen der Karpfenlaus, die heute noch als Standardwerke über dieses Gebiet verwendet werden, gelang es erst 1936 WAGLER, neben den schon für Deutschland bekannten 2 Arten eine neue hinzuzufügen und zu beschreiben. Die Kürze dieser Mitteilung ließ vieles unberücksichtigt. Das Hauptgewicht meiner Arbeit wurde deswegen auf die Klärung der Unterschiede der beiden auf Karpfen lebenden Arten gelegt, besonders ihre Entwicklungsstadien waren noch weitgehend zu klären. Das Vorkommen dieser Arten wurde hauptsächlich für das fränkische Gebiet bei Abfischungen festgestellt und ihre Biologie durch Freiland- und Aquarienbeobachtungen vervollständigt.

A. Morphologie

I. Morphologie der erwachsenen Arguliden

1. Allgemeiner Überblick. Die Arguliden sind Hämolymphe saugende, parasitierende Entomostraken des Süßwassers und des Meeres. Ihre genauere systematische Einordnung bereitete, des Habitus wegen, in früheren Zeiten Schwierigkeiten. Sie wurden teils wegen der Bildung der Thorakopoden den Cirripeden oder der Komplexaugen wegen den Branchiopoden zugeordnet. Heute werden die Arguliden in einer eigenen Ordnung der Branchiuren geführt. Sie sind zugleich die einzige Familie dieser Ordnung. Der Name Branchiuren — Kiemenschwänze — beruht auf einem Irrtum, da man früher glaubte, das Schwanzsegment sei das einzige Atmungsorgan. Sie sind den Copepoden nahe verwandt; besonders ähneln sie diesen in ihren ersten Jugendstadien. Sie besitzen auch ein Receptaculum seminis. Sie unterscheiden sich jedoch durch ihre Komplexaugen, das Fehlen der Spermatophoren, die Ausbildung der Thorakopoden, sowie durch ihren komplizierten Genitalapparat.

Die Arguliden umfassen nur 3 Gattungen: *Argulus* O. F. MÜLLER, die artenreichste Gattung mit ungefähr 50 Arten; *Dolops* AUDIN mit 10 Arten und *Chonopeltis* THIELE mit nur einer Art. — Die Gattung *Argulus* ist über die ganze Welt verbreitet und weist sowohl Süßwasser- wie Meeresarten auf. Den größten Formenreichtum findet man in den Gewässern der Neuen Welt. Durch Fehlen eines Saugstachels ist *Chonopeltis* gekennzeichnet. Diese Gattung kommt von Afrika bis Japan vor. *Dolops* unterscheidet sich außerdem noch durch das Fehlen der Saugnapfe. Die Gattung ist vorwiegend in Südamerika beheimatet. — In Deutschland, in Mitteleuropa überhaupt, gibt es nur 3 *Argulus*-Arten: *Argulus foliaceus*, *Argulus japonicus* und *Argulus coregoni*. Ihre wichtigsten Unterscheidungsmerkmale werden im folgenden beschrieben und durch Abbildungen verdeutlicht.

Argulus foliaceus LINNÉ (Synonym: *Argulus viridis* NETTOWICH). Diese Art ist zuerst (1758) beschrieben worden. Sie ist sehr klein, meist nur 6 mm groß. In zahlreichen Fällen ist sie grünlich, manchmal, zwar seltener, sogar dunkelgrün gefärbt und sehr pigmentreich. *Argulus foliaceus* wurde in ganz Mitteleuropa nachgewiesen und zwar auf fast allen häufigeren Fischarten. Manchmal waren sogar Frosch- und Krötenlarven ihre Wirtstiere. — Der Carapax reicht bei dieser Art meist bis zum 3. Thorakopoden. Die Schwanzflosse ist am Ende abgerundet und hat bedornete Ränder. Die Komplexaugen sind relativ größer als bei den 2 anderen Arten. Die Spangen der Saugnäpfe bestehen aus etwa 6—7 Gliedern, von denen nur das erste länglich ist. Der Kopulationsanhang am Vorderrand des 4. Thorakopodenstammes des männlichen Tieres besteht aus einem rundlichen, zum Teil mit kleinen Dornen besetzten Fortsatz.

Argulus japonicus THIELE (Synonym: *Argulus foliaceus* NETTOWICH und *Argulus pellucidus* WAGLER). Diese Art wurde bislang *Argulus pellucidus* genannt. — Erst ROMANOWSKI wies 1955 auf die obige Synonymie hin. Die Größe des erwachsenen Tieres bewegt sich um 8 mm. Die Melanophoren sind hier wesentlich kleiner als bei *foliaceus*. Ihre geringe Größe und geringe Anzahl hat zur Folge, daß das Tier ziemlich durchsichtig erscheint, höchstens hier und da einen grünlichen Schimmer aufweist. *Argulus japonicus* wurde nicht nur in Japan und Europa, sondern auch in Amerika nachgewiesen. Er wurde hauptsächlich auf Cypriniden gefunden. — Der Carapax ist größer als bei der vorhergehenden Art und bedeckt noch das letzte Thorakopodenpaar, läßt aber die Schwanzflosse frei; sie ist, im Gegensatz zu *foliaceus*, bis zur Hälfte eingeschnitten, schmal und am Ende abgestumpft winklig. Die Ränder sind auch hier bedornt. Die Saugnapfspangen sind etwas zahlreicher, etwa 8—9, und recht schmal, so daß der Saugnapf relativ groß ist. Der Kopulationsanhang am letzten Thorakopoden ist vierlappig; der basale Teil ist der kleinste.

Argulus coregoni THORREL (Synonym: *Argulus phoxini* LEYDIG), ist mit 1,2 cm die größte der 3 Arten. Er gleicht in der Färbung der oben beschriebenen Art, nur über den Hoden ist eine starke Entwicklung von Melanophoren festzustellen. Sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich über Europa und Nordamerika. Am häufigsten ist er an Salmoniden anzutreffen. Der Carapax ist nicht wie bei den 2 anderen Arten oval, sondern fast so breit wie lang. Das letzte Beinpaar und die Schwanzflosse bleiben unbedeckt. Letztere läuft in 2 lange zugespitzte Winkel aus, deren Ränder glatt und unbedornt sind. Die Chitinspangen der Saugnäpfe sind etwa 9gliedrig; diese sind alle dünn und schmal. Der Kopulationsanhang ist auch hier vierlappig; jedoch ist der basale Lappen am größten.

2. Pigmentierung. Die Pigmentierung der 3 Arguliden-Arten als unterscheidendes Merkmal ist in der Vergangenheit nicht richtig eingeschätzt worden. Nur WAGLER weist etwas genauer auf diese Unterschiede hin, seinen Beobachtungen ist noch einiges hinzuzufügen. Das Männchen von *Argulus foliaceus* hat an den Basipoditen der 3 ersten Thorakopoden sowohl oral wie dorsal 2 schwarze Pigmentflecke. Am Weibchen sind diese jedoch weitaus stärker ausgeprägt als beim Männchen. Der Basipodit des letzten Thorakopoden zeigt nur an der kaudalen

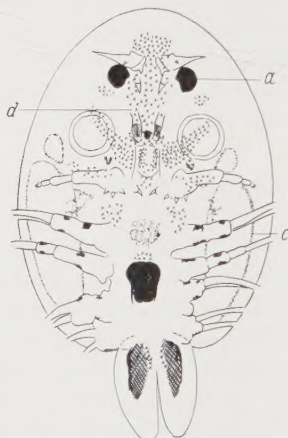


Abb. 1

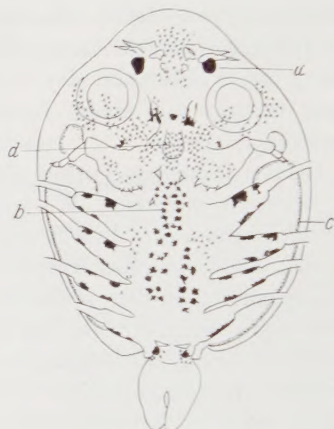


Abb. 2

Abb. 1. Pigmentation von *Argulus foliaceus* ♂ (Länge 4,3 mm, Breite 2,7 mm). *a* Schwarze Pigmentflecke, je 2 davon befinden sich oral und kaudal an den ersten 3 Thorakopoden. Am 4. Thorakopoden zeigt sich nur kaudal eine dünne Pigmentierungslinie. Komplexaugen, Naupliusauge, Hoden und Samenblase sind ebenfalls stark pigmentiert. *c* Schwächere dunkle Pigmentbildungen. Sie finden sich am Rande des Atmungsfeldes über den Hoden und dem Naupliusauge. *d* Grüne Hämolymphe, die oft ins Gelbliche umschlägt, ja mitunter sogar rötlich-schwarz wird. Sie konzentriert sich auf Stirnfeld, Gegend der Saugnäpfe bis zu den Thorakopoden und um die Hoden.

Abb. 2. Pigmentation von *Argulus foliaceus* ♀ (Länge 4,3 mm, Breite 2,8 mm). *a* Schwarze Pigmentflecke, sie sind etwas stärker ausgebildet als beim ♂, befinden sich jedoch an den gleichen Stellen; *b* einzelne Melanophoren, sie sind über das ganze Ovar verstreut. Schwarz pigmentiert sind auch die Receptacula seminis; *c* schwächere schwarze Pigmentbildungen, die vom Rande des Atmungsfeldes sowie am Naupliusauge vorkommen; *d* grüne bis gelbliche oder rötlich-schwarze Hämolymphe, die sich auf das Stirnfeld, um die Saugnäpfe, an den Grundgliedern der Thorakopoden und an den Receptacula konzentriert.

Seite eine lange dünne Pigmentierungslinie, die auch hier beim Weibchen bedeutend stärker ausgebildet ist als beim Männchen. Ferner sind in beiden Geschlechtern die Komplexaugen und das Naupliusauge pigmentiert. Links und rechts des Naupliusauges sowie über dem ersten Kieferfuß finden sich ebenfalls kleinere Pigmentansammlungen. Beim Männchen sind außerdem die Hoden und die 2 Samenblasen vor allem außen deutlich schwarz pigmentiert (Abb. 1). Beim Weibchen findet man außerordentlich große Melanophoren, die über dem gesamten

Ovar unregelmäßig verstreut sind. Ferner sind die beiden Receptacula pigmentiert. Die Grünfärbung, die oft bis ins Gelbliche umschlägt, mitunter sogar rötlich-schwarz sein kann, ist bei *Argulus foliaceus* sehr verschieden und beruht auf gefärbter Hämolymphe. Sie konzentriert sich hauptsächlich auf die Thorakopoden, ferner auf die Gegend der Saugnäpfe und des Stirnfeldes (Abb. 2).

Argulus japonicus unterscheidet sich durch die kleineren Melanophoren und die größere Durchsichtigkeit wesentlich von *Argulus foliaceus*.

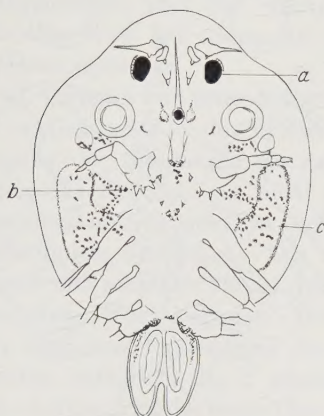


Abb. 3

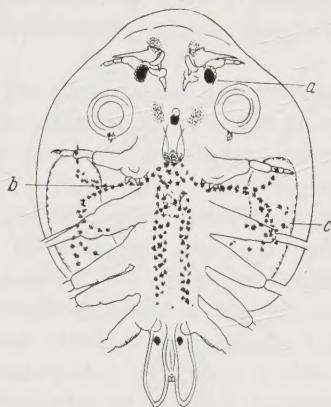


Abb. 4

Abb. 3. Pigmentation von *Argulus japonicus* ♂ (Länge 4,2 mm, Breite 2,9 mm). a Pigmentflecke, Komplexaugen und Naupliusauge sind schwarz pigmentiert; b die Melanophoren, die kleiner sind als beim ♀, breiten sich von dem Raum zwischen dem 2. Kieferfuß und dem 1. Thorakopoden ausgehend über die gesamten Kiemenfelder unregelmäßig aus; c schwächere schwarze Pigmentbildungen beiderseits des Hodens und der Naupliusaugen sowie am Rande des Atmungsfeldes

Abb. 4. Pigmentation von *Argulus japonicus* ♀ (Länge 4,2 mm, Breite 2,9 mm). a Pigmentflecke; Naupliusauge und Receptacula sind schwarz pigmentiert; b Melanophoren, die sich am Ovar, besonders an den äußeren Seiten befinden, sowie zwischen dem 2. Kieferfuß und dem 1. Thorakopoden und sich weiter schnurförmig über dem Kiemenfeld mehrfach gabeln; c schwächere schwarze Pigmentausbildungen, die sich am Grundglied des 4. Thorakopoden, sowie an mehreren Stellen in der Kopfgegend befinden

Bei ihm findet sich nur am letzten Thorakopodenpaar, auch hier nur kaudal, am Basidopoditen eine schwache Pigmentierungslinie; die übrigen Beinpaare sind dagegen unpigmentiert. Die Komplexaugen und das Naupliusauge sind bei beiden Geschlechtern dicht pigmentiert. Im Gegensatz zu den beiden übrigen Arten finden wir von dem Raum zwischen dem 2. Kieferfuß und dem 1. Thorakopoden ausgehend, Melanophoren, die sich über die gesamten Kiemenfelder ausbreiten. Während aber beim Weibchen die Melanophoren groß sind und eine schnurförmige Reihe bilden, die sich im Kiemenfeld mehrfach gabelt, findet man beim Männchen kleinere Melanophoren, die sich unregelmäßig fächerförmig ausbreiten. Beim Weibchen ist ferner das Ovar,

besonders an den äußeren Seiten, sehr gleichmäßig mit Melanophoren bedeckt, welche die gleiche Größe haben wie die des Kiemenfeldes. Schwächere schwarze Pigmentausbildungen finden sich am Grundglied des 4. Thorakopoden, und — wie bei allen Arten beider Geschlechter — am Rande des Atmungsfeldes. Bisweilen sind kleinere Pigmente am

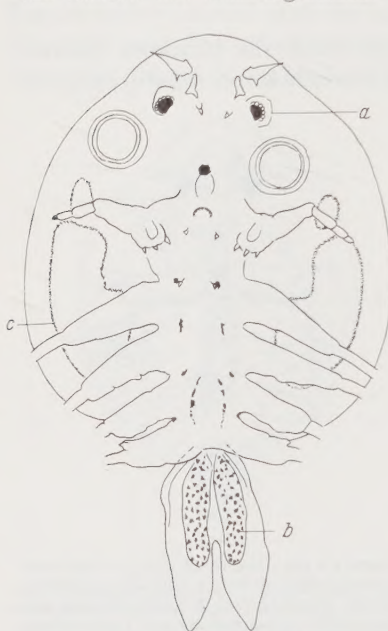


Abb. 5

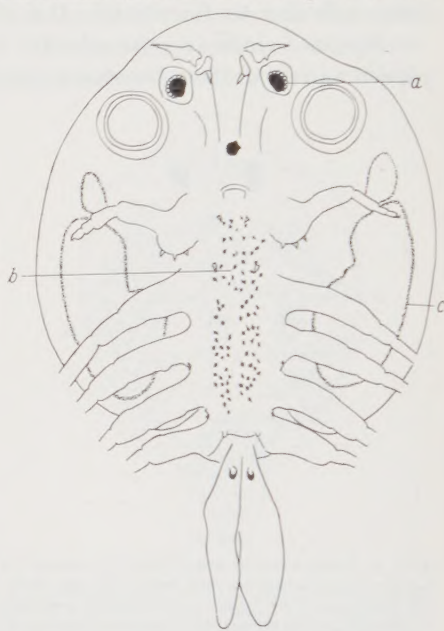


Abb. 6

Abb. 5. Pigmentation von *Argulus coregoni* ♂ (Länge 6,2 mm, Breite 3,9 mm). *a* Schwarze Pigmentflecken; Komplexaugen und Naupliusaugen sind schwarz pigmentiert. Rings um die Samenblase und beiderseits der Mittellinie des Körpers in Höhe der Thorakopoden finden sich beim ♂ deutlich sichtbare Pigmentanhäufungen; *b* Melanophoren auf den Hoden; *c* schwächere schwarze Pigmentausbildungen, die sich am Rande des Atmungsfeldes, sowie am Saugstachel befinden

Abb. 6. Pigmentation von *Argulus coregoni* ♀ (Länge 6,4 mm, Breite 4,2 mm). *a* Schwarze Pigmentflecken; Komplexaugen und Naupliusauge, sowie caudal die Receptacula seminis sind schwarz pigmentiert; *b* Melanophoren sind über das gesamte Ovar verstreut; *c* dünne schwarze Pigmentbildungen, die sich am Rande des Atmungsfeldes befinden

Naupliusauge zu finden. Die Receptacula sind auch hier schwarz pigmentiert (Abb. 3). Beim Männchen lassen sich nur sehr kleine Melanophoren beiderseits der Hoden feststellen, die basal vom Beginn bis ungefähr zur Mitte des Hodens reichen (Abb. 4). Sie sind aber in die Zeichnung nicht mit einbezogen. Die meist nur äußerst schwache Grün- bzw. Dunkelfärbung findet sich hier hauptsächlich rings um das Kiemenfeld sowie in der Kopf- und Thorakopodengegend.

Bei *Argulus coregoni* konnte nur fixiertes Material untersucht werden, das möglicherweise schon etwas ausgebleichen war. Besonders charakteri-

stisch sind hier die schon von mehreren Forschern beobachteten vielen Melanophoren, die sich auf den Hoden des Männchens befinden. Aber auch ringförmig um die Samenblase und beiderseits der Mittellinie des Körpers in Höhe der Thorakopoden finden sich beim Männchen deutlich sichtbare Pigmentanhäufungen, weniger sichtbare am Saugstachel (Abb. 5). Das Weibchen ist kaudal an den Receptacula pigmentiert, ferner sind größere Melanophoren auf dem gesamten Ovar verstreut. Deutlich dunkel pigmentiert sind auch hier bei beiden Geschlechtern das Naupliusauge und die Komplexaugen (Abb. 6). Die Hämolymphefärbung wird bei dieser Art wahrscheinlich die gleiche sein wie bei *Argulus japonicus*.

3. Carapax und seine Beborstung. Der Carapax bei *Argulus foliaceus* ist im Gegensatz zu den beiden anderen Arten länglich oval, er ist in der Gegend der Saugnäpfe am breitesten und wird basalwärts schmaler. Auch das Stirnfeld ist nicht so stark ausgebuchtet wie bei *Argulus japonicus* und *coregoni*, so daß die Stirnlinien meist unmerklich in die Seitenlinien übergehen. Die beiden Hinterlappen sind um rund $\frac{1}{3}$ kürzer und schmaler als bei *Argulus japonicus*. Sie vereinigen sich hinter dem ersten Thorakopoden. Die Schwanzflosse bleibt immer unbedeckt. Bei kleineren Exemplaren bis zu einer Größe von ungefähr 3,5 mm werden außerdem die 2 letzten Thorakopoden, bei einer Größe von 3,4—4,5 mm wird der letzte Thorakopod freigelassen. Während bei größeren Tieren auch das letzte Beinpaar vom Carapax berührt wird, bleibt bei jüngeren Tieren dieses völlig frei. Das jeweils letzte vom Carapax berührte Thorakopodenpaar ist durch die Schmalheit der Hinterlappen nur am basalen Teil bedeckt und auch da unvollständig. Bei trächtigen Weibchen stehen, durch die Wölbung der Ovarien hervorgerufen, die Enden der Hinterlappen oft abnorm weit auseinander. Die Chitinleisten auf der Dorsalseite des Carapax, die eine Stützfunktion haben, sind gut ausgebildet. Die beiden Hauptleisten beginnen in der Mitte des 1. Thorakopodenpaares und laufen parallel nach oben zum Stirnfeld hin. Nach ungefähr $\frac{1}{3}$ ihrer Länge kreuzen sie 2 kurze Querleisten. Von hier aus laufen sie sichelförmig zueinander hin und dann in der Richtung der Augen auseinander. Sie teilen sich oben an den Augen kelchförmig in 2 kurze Enden, und zwar ist das innere Ende, von der Teilungsstelle aus gesehen, ungefähr doppelt so lang wie das äußere. Außer der dünnen Stirnfeldleiste sind auch noch 2 ebenfalls dünne Seitenleisten zu sehen, die am Beginn von der Hauptleiste ausgehend, das äußere Ende der Stirnleiste fast oder ganz berühren, in jedem Falle aber über den Saugnapf reichen (Abb. 7).

Argulus japonicus hat den verhältnismäßig größten Carapax von den 3 Arten. Er hat eine rund-ovale Form, von der das Stirnfeld deutlich abgesetzt ist. Seine größte Breite erreicht er erst hinter den Saug-

näpfen in der Mitte der Seitenfelder, doch ist der Carapax bei älteren Formen noch immer um ein wenig länger als breit. Die weit ausladenden Hinterlappen, die sich wie bei *foliaceus* hinter dem ersten Thorakopodenpaar vereinigen, lassen nur bei Exemplaren unter 0,4 cm das letzte Thorakopodenpaar und bis 0,5 cm die Schwanzflosse völlig frei. Von etwa $\frac{1}{2}$ cm an bedecken die Hinterlappen auch das Abdomen zu einem kleinen Teil und reichen bei 7 mm großen Tieren fast bis zur Hälfte des Abdomens. Je größer die Exemplare sind, desto näher rücken die medianen Ränder in der Höhe des letzten Thora-

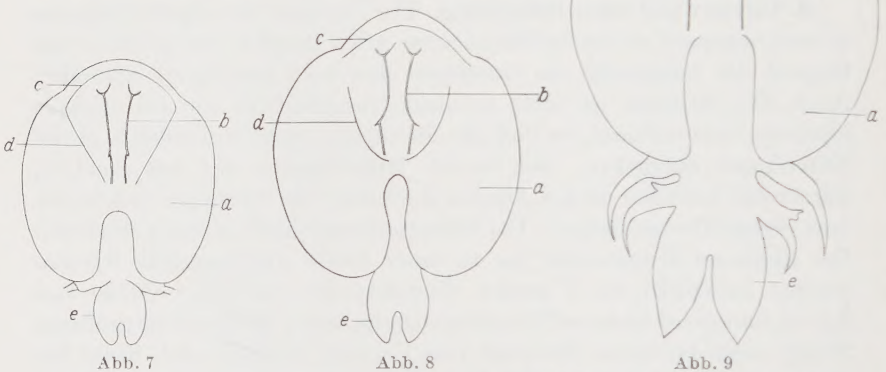


Abb. 7. Carapax von *Argulus foliaceus* (Länge des Tieres 6,2 mm, Breite 4,2 mm). a Carapax; er ist länglich oval; b dicke Chitinleisten, die sich an den Augen kelchförmig in 2 kurze Enden teilen, von denen das innere doppelt so lang wie das äußere ist; c dünne Stirnfeldleiste, die bis zu den Seitenlinien *d* reicht; e Schwanzflosse (sie bleibt immer unbedeckt)

Abb. 8. Carapax von *Argulus japonicus* (Länge des Tieres 7,2 mm, Breite 1,2 mm); a Carapax; er ist rund-oval; b Chitinleisten, die sich an den Augen trichterförmig in 2 kurze Enden teilen, von denen das äußere $\frac{2}{3}$ so lang wie das innere ist; c dünne Stirnfeldleiste; d Seitenlinien, enden in Höhe der Saugnäpfe; e Schwanzflosse

Abb. 9. Carapax von *Argulus coregoni* (Länge des Tieres 1,2 cm, Breite 6,6 mm). a Carapax, er ist rundlich-oval wie bei *Argulus japonicus*; b Chitinleisten, die sich an den Augen in 2 kurze gleich lange Enden teilen; c dünne Stirnfeldleisten, Seitenlinien nicht vorhanden; e Schwanzflosse

kopoden zusammen; sie berühren und überschneiden sich jedoch selten bei totem Material. Bei lebenden Tieren geschieht dies durch Muskelkontraktion. Die Chitinleisten haben grundsätzlich dieselbe Gestalt wie bei *Argulus foliaceus*, jedoch ist die Gabelung der Hauptleiste in der Augenregion nicht als becher- sondern eher als trichterförmig anzuspreehen. Dabei ist der äußere Seitenast nur rund $\frac{2}{3}$ so lang wie der innere. Die beiden Seitenleisten sind nicht so stark ausgebildet, sie enden vorwiegend schon in der Höhe der Saugnäpfe, während die Stirnfeldleiste unverändert ausgebildet ist. Dabei wird also diese Leiste nie von den Seitenleisten berührt oder geschnitten (Abb. 8).

Argulus coregoni hat wie *Argulus japonicus* eine rund-ovale Carapaxform; er unterscheidet sich jedoch von *japonicus* durch seine etwas breitere Gestalt und vor allem durch die kurzen schmalen Hinterlappen, die eher denen von *foliaceus* gleichen. Dadurch ist der Carapax von *Argulus coregoni* besonders bei älteren Exemplaren oft ebensolang wie breit, nur in Ausnahmefällen breiter als lang. In der Regel ist er nur etwas länger als breit. Das Stirnfeld ist von den Seitenfeldern deutlich abgesetzt. Die 2 kurzen Hinterlappen lassen bei kleineren Tieren unter 4 mm 3, bis 4,5 mm 2 und bei größeren Formen einen Thorakopoden

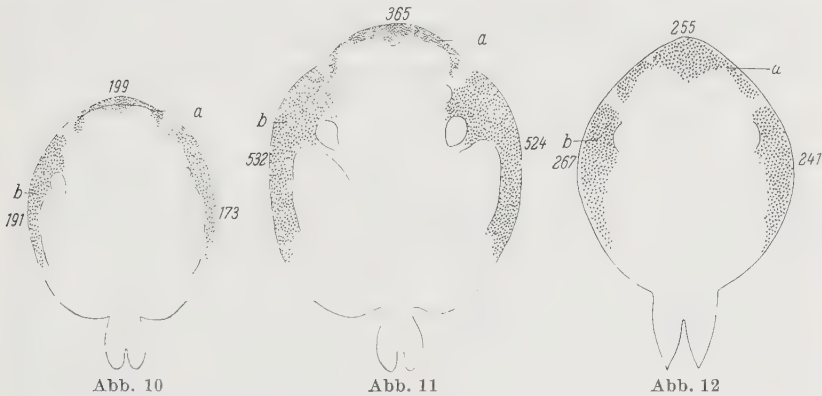


Abb. 10. Beborstung des Carapax von *Argulus foliaceus* ♀ (Länge des Tieres 5,38 mm, Breite 3,61 mm). *a* Im Stirnfeld befindet sich die größte Anzahl der Borsten; *b* die Seitenfelder sind immer etwas schwächer beborstet

Abb. 11. Beborstung des Carapax von *Argulus japonicus* ♀ (Länge des Tieres 6,71 mm, Breite 4,72 mm). *a* Im Stirnfeld befinden sich erheblich weniger Borsten als *b* in den Seitenfeldern

Abb. 12. Beborstung des Carapax von *Argulus coregoni* ♀ (Länge des Tieres 5,99 mm, Breite 3,99 mm). Hier läßt sich kein Größenunterschied in der Borstenzahl *a* von Stirnfeld und *b* von den Seitenfeldern feststellen

und die Schwanzflosse frei. Sie treffen etwas höher als bei den anderen beiden Arten zwischen dem 1. Thorakopodenpaar zusammen. Wie bei *foliaceus* werden bei reifen Weibchen die Hinterlappen weit auseinander gespreizt und lassen so das ganze Mittelfeld mit dem Basalglied des letzten Thorakopodenpaares frei. Von den Chitinleisten sind die 2 dünnen Seitenlinien nicht oder unvollständig angedeutet, die Stirnfeldleiste hat die gleiche Form wie bei den beiden anderen Arten. Die Hauptleiste ist besonders stark ausgeprägt. Die Gabelung dieser Leiste ist wie bei *japonicus* trichterförmig, jedoch hier noch etwas spitzer. Außerdem haben beide Seitenäste im Gegensatz zu den anderen zwei Arten ungefähr die gleiche Länge (Abb. 9).

Die Borsten am Carapax von *Argulus* sind kegelförmige Chitinausstülpungen, die zur Unterstützung der Anheftung an den Fisch dienen. Sie kommen nur an der Bauchseite vor und zwar am Rande

des Carapax. Man kann 3 deutlich abgegrenzte Borstenfelder erkennen: ein Stirnfeld und ein rechtes und linkes Seitenfeld. Das Stirnfeld erstreckt sich am oberen Rand des Carapax bis zu den Saugnäpfen. Es hat in der Mitte eine Ausbuchtung und ist dort am stärksten. Die beiden Seitenfelder, die gleich zu Beginn an den Saugnäpfen ihre größte Breite haben, werden nach unten zu immer schmaler und enden bei jungen Tieren in der Höhe des 1., bei älteren in der Höhe des 2. Thorakopoden. Die Größe einer Borste ist recht unterschiedlich: sie beträgt im Durchschnitt $25\ \mu$, bei *Argulus japonicus*, dessen Borsten meist etwas größer sind, $30\ \mu$. Die Abb. 10—12 zeigen die Zahlenverhältnisse dieser Borstenfelder bei den verschiedenen Arten, welche durch die Tabelle 1 ergänzt wird. *Argulus foliaceus* hat im Stirn-

Tabelle 1. Beborstung des Carapax

Ge- schlecht	<i>Argulus foliaceus</i>					<i>Argulus japonicus</i>					<i>Argulus coregoni</i>				
	Breite (mm)	Länge (mm)	l. Seite	Mitte	r. Seite	Länge (mm)	Breite (mm)	l. Seite	Mitte	r. Seite	Länge (mm)	Breite (mm)	l. Seite	Mitte	r. Seite
+	3,88	2,39	124	207	130	4,55	3,27	328	318	386	4,8	3,2	164	194	153
	4,33	2,72	125	175	148	4,72	3,29	305	252	328	5,7	3,8	233	257	290
	4,72	3,11	152	211	149	5,16	3,89	330	256	331	7,8	4,8	339	352	365
	4,99	3,16	165	200	148	5,50	3,90	384	339	372	8,0	4,8	348	336	350
	4,71	3,10	162	188	159	5,05	3,55	413	315	418	5,0	3,3	190	196	184
	4,97	3,50	109	160	132	6,22	4,49	458	325	439	5,7	3,6	271	246	276
+	5,49	3,56	147	197	147	6,71	4,72	532	365	524	7,4	4,3	298	304	307
	6,71	4,55	223	225	205	6,95	3,25	405	310	378	9,3	5,9	364	350	360

feld die größte Anzahl von Borsten, die Seitenfelder sind immer etwas schwächer beborstet. Allerdings weisen nur in Ausnahmefällen das linke und das rechte Seitenfeld die gleiche Anzahl von Borsten auf, sie weichen meistens um eine kleine Anzahl, seltener um eine größere, voneinander ab. Bei *Argulus foliaceus* scheint das Männchen bei gleicher Größe gegenüber dem Weibchen etwas weniger Borsten zu besitzen im Gegensatz zu *Argulus japonicus*.

Bei *Argulus japonicus* finden wir den umgekehrten Fall wie bei *Argulus foliaceus*. *Argulus japonicus* besitzt im Stirnfeld immer weniger Borsten als an den Seitenfeldern und zwar ganz beträchtlich. Während das Stirnfeld bei *Argulus foliaceus* nicht mehr als 50 Borsten gegenüber den Seitenfeldern aufweist, hat bei *Argulus japonicus* das Stirnfeld oft mehr als 100 Borsten weniger als die Seitenfelder. Der Unterschied ist vor allem bei älteren Exemplaren gut kenntlich. Die Anzahl der Borsten auf den Seitenfeldern weist die gleichen Schwankungen wie bei *Argulus foliaceus* auf. Im Durchschnitt ist *Argulus japonicus* in der Gesamtzahl aller Borsten, bei gleicher Größe, ungefähr doppelt so stark beborstet wie *Argulus foliaceus*. *Argulus coregoni* dagegen hat bei derselben Länge

ungefähr die gleiche Anzahl Borsten wie *Argulus foliaceus*. Bei *Argulus coregoni* läßt sich kein großer Unterschied zwischen der Borstenzahl der Seitenfelder und der des Stirnfeldes feststellen. Alle 3 Felder weichen um 10—50 Borsten voneinander ab. Ein durchschnittlich stärker beborstetes Feld ist dabei nicht vorhanden.

Wenn man ohne Unterschied des Geschlechtes bei einer Anzahl Arguliden, sowohl *japonicus* wie *foliaceus*, am gerade geschlechtsreifen Tier die Zahl der Carapaxborsten untersucht, so findet man, daß auch bei dem erwachsenen Tier diese Zahl noch zunimmt, und zwar scheint bei einer Länge von ungefähr 4,5 mm sowohl bei *foliaceus* als auch bei *japonicus* die Häutung stattzufinden. Diese erhöht die Zahl der Borsten beträchtlich. Bei *Argulus foliaceus* nimmt diese Zahl bei weiteren Häutungen kaum noch zu. Bei *Argulus japonicus* kann

Tabelle 2. Beborstung des Carapax von *Argulus foliaceus* (links) und *Argulus japonicus* (rechts) von verschiedener Größe

Länge (mm)	linkes Seitenfeld	Stirnfeld	rechtes Seitenfeld	Länge (mm)	linkes Seitenfeld	Stirnfeld	rechtes Seitenfeld
3,5	128	162	117	3,5	287	247	291
3,88	162	188	159	3,6	233	213	220
4,00	120	187	129	3,66	222	220	206
4,15	117	186	126	4,44	280	208	267
4,75	142	290	118	4,30	333	312	336
4,8	182	239	191	5,0	334	323	342
5,38	191	199	193	5,44	519	433	488
6,0	173	204	184	7,0	417	319	419

bei einer Länge von 5 mm nochmals eine Vermehrung der Borsten eintreten, jedoch sind die Schwankungen der Borstenzahl je nach Ernährung und Standort recht groß.

4. Extremitäten. Die 1. Antenne besteht aus einem großen Klammerhaken mit einer Hakenplatte und einem 2gliedrigen Taster. In der Krümmung der Haken ist bereits der Haken des folgenden Stadiums gut sichtbar. Der Klammerhaken ist bei *Argulus foliaceus* meist etwas kürzer ausgebildet als bei den anderen Arten. Der untere Haken am Mittelfeld der Hakenplatte ist nur schwach und stumpf. Die beiden Glieder der 1. Antenne sind gleich dick, das erste ist fast doppelt so lang wie das zweite. Am 1. Glied befinden sich terminal 3, am 2. Glied 4 kleine Borsten. Der Klammerhaken bei *Argulus japonicus* ist besonders stark und reicht fast bis zur 2. Antenne. Der Mittelhaken ist verhältnismäßig stark ausgebildet. Die Borsten an den 2 Gliedern der Antenne sind wesentlich länger als bei *Argulus foliaceus*. Der Klammerhaken von *Argulus coregoni* zeigt keine so starke Krümmung wie bei den vorhergehenden Arten. Das Grundglied besitzt nur eine sehr dicke Borste, die nach unten gerichtet ist. Das 2. Glied ist vom ersten deutlich abgesetzt und nur $\frac{1}{4}$ so lang wie das Grundglied (Abb. 13—15a).

Die 2. *Antenne* ist 5gliedrig. Das Grundglied ist breit und läuft distal in einen Haken aus, der nur bei *Argulus coregoni* kurz und stumpf ist. Bei *Argulus japonicus* und *foliaceus* trägt es einen kleinen Höcker mit 4 Borsten. Das 2. Glied ist etwas schmaler und trägt eine Anzahl Borsten; die 3 folgenden Glieder sind dünner und setzen sich deutlich von den beiden Grundgliedern ab, am geringsten bei *Argulus coregoni*. Das 3. und 4. Glied tragen distal 4 Borsten, das 5. Endglied endet in 3 Krallen. Die Borsten sind bei *Argulus japonicus* starker ausgebildet als bei den beiden anderen Arten. — An der Basis der 2. Antenne liegen isoliert 2 sehr kräftige Haken; der vordere sitzt einer langen Grundplatte auf. Dieser vordere ist bei *Argulus coregoni* gering entwickelt (Abb. 13 bis 15d).

Die *Mandibeln* sind sichelförmig nach außen gekrümmt. Ihr Außenrand und ihre Spitze sind mit einer Reihe feiner Stacheln besetzt. An der Innenseite gehen diese in 4 gut entwickelte Zähne über, die bei den 3 *Argulus*-Arten deutlich verschieden gestaltet sind. Bei *Argulus foliaceus* liegen sie untereinander und laufen stumpf zu, der 3. Zahn ist deutlich kräftiger ausgebildet. Bei *Argulus japonicus* liegen die 3 ersten Zähne in gleicher Höhe, die beiden vorderen sind eingekrümmt, der 3. ist wieder der kräftigste, der 4. liegt unter dem 3., alle Zähne sind spitz. Bei *Argulus coregoni* setzen sich die beiden ersten Zähne, auf gleicher Höhe liegend, stark von der Mandibel ab. Der 3. und 4. Zahn liegen untereinander erst ein ganzes Stück weiter basalwärts und treten nur wenig hervor (Abb. 16). — Unterhalb der Mandibeln liegen die viel schwächeren *Maxillen* mit dem stilettförmigen Endstachel, die bei den 3 Arten keine wesentlichen Unterschiede zeigen.

Die *Saugnapfe*, die sich aus dem 1. Maxillenfußpaar entwickelt haben, dienen im wesentlichen zur Anheftung auf dem Fisch. Diese Saugnapfe sind sehr kontraktile, besonders ihr mit Randplättchen versehener Außensaum. Sie werden durch eine wechselnde Anzahl von Randstrahlen gestützt, die sich aus Chitinspangen zusammensetzen. Nach innen folgen 3 Chitinringe, die mit Längs- und Quermuskeln und eingelagerten Drüsenzellen versehen sind. Die Größe des Querschnittes des ganzen Saugnapfes ist im Verhältnis zur gesamten Körperlänge des Tieres recht unterschiedlich. Bei *Argulus coregoni* beträgt dieses Verhältnis noch nicht 1:10, bei *Argulus japonicus* dagegen 1:8 und bei *Argulus foliaceus* nur rund 1:7.

Die Form der Chitinspangen der Randstrahlen ist charakteristisch für jede Art. *Argulus foliaceus* hat, wie Abb. 17a zeigt, meist dicke rundliche Chitinspangen. Nur das 1. Glied ist doppelt so lang wie breit, alle anderen haben gleiche Länge und Breite. Die Zahl der Chitinspangen nimmt mit dem Alter und der Größe zu. Sie beträgt bei *Argulus foliaceus* 5—8, die Gesamtzahl der Randstrahlen 38—47. *Argulus japonicus*

hat dagegen wesentlich schmalere Chitinspangen und nimmt eine Mittelstellung unter den 3 Arten ein (Abb. 17b). Die Anzahl der

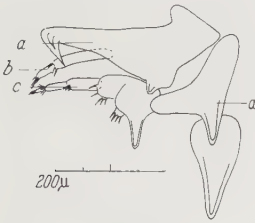


Abb. 13

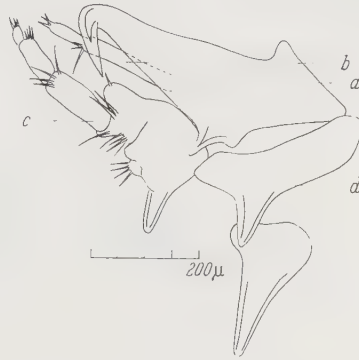


Abb. 14

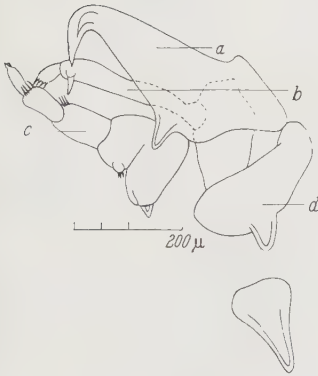


Abb. 15



Abb. 16

Abb. 13. 1. und 2. Antenne von *Argulus foliaceus* ♂. *a* Hakenplatte mit Klammerhaken der 1. Antenne. In der Krümmung des Hakens ist der Haken des folgenden Stadiums sichtbar. Der Klammerhaken ist ziemlich kurz ausgebildet. Der untere Haken am Mittelfeld der Hakenplatte ist schwach entwickelt. *b* Zweigliedriger Taster der 1. Antenne, von dessen Gliedern das erste fast doppelt so lang wie das zweite ist; *c* 2. Antenne; *d* Hakenplatte an der Basis der 2. Antenne

Abb. 14. 1. und 2. Antenne von *Argulus japonicus* ♀. *a* Hakenplatte mit Klammerhaken der 1. Antenne; der Klammerhaken ist besonders stark ausgebildet, ebenso der untere Haken am Mittelfeld; *b* zweigliedriger Taster der 1. Antenne; die Borsten an den beiden Gliedern sind länger als bei *Argulus foliaceus*; *c* 2. Antenne; die Borsten sind wesentlich stärker ausgebildet als bei den anderen Arten; *d* Hakenplatte an der Basis der 2. Antenne

Abb. 15. 1. und 2. Antenne von *Argulus coregoni* ♀. *a* Hakenplatte mit Klammerhaken der 1. Antenne; der Klammerhaken ist nicht so stark gekrümmt wie bei den anderen beiden Arten; *b* zweigliedriger Taster; das 2. Glied ist nur $\frac{1}{4}$ so lang wie das Grundglied, letzteres besitzt nur eine dicke Borste; *c* 2. Antenne; *d* Hakenplatte an der Basis der 2. Antenne. Vorderer Haken schwach entwickelt

Abb. 16. Mandibeln von *Argulus foliaceus*, *japonicus* und *coregoni*. *a* Mandibeln von *Argulus foliaceus*. An der Innenseite laufen die gut entwickelten Zähne stumpf zu. Der 3. Zahn ist deutlich kräftig ausgebildet; *b* bei *Argulus japonicus* liegen die ersten 3 Zähne in gleicher Höhe. Die beiden vorderen sind eingekrümmt, der 3. ist der kräftigste. Alle Zähne sind spitz; *c* bei *Argulus coregoni* liegen die beiden ersten Zähne auf ungefähr gleicher Höhe; sie sind stark abgesetzt. Der 3. und 4. Zahn sind basalwärts verschoben und treten nur wenig hervor

Spangen hat sich gegenüber *Argulus foliaceus* auf 7—8, die der Randstrahlen auf 49—58 erhöht. Die schmalsten Chitinspangen weist *Argulus coregoni* auf (Abb. 17c). Ihre Zahl ist noch erhöht und

beträgt 6—11, die der Randstrahlen 69—84. Im Gegensatz zu NETTOWICH konnte ich keine großen Unterschiede in der Anzahl der Randblättchen des Randsaumes erkennen. Die Zahl steigt mit der Größe des

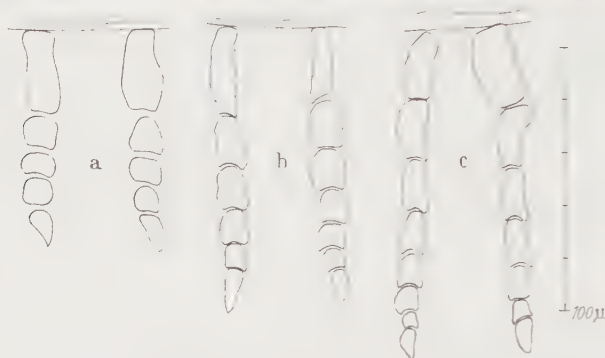


Abb. 17. Chitinspangen von *Argulus foliaceus*, *japonicus* und *coregoni*. *a* *Argulus foliaceus*. Die Anzahl der Chitinspangen ist 5. Das 1. Glied ist doppelt so lang wie breit, alle anderen haben gleiche Länge und Breite; *b* *Argulus japonicus*. Die Anzahl der Chitinspangen ist 6—7. Das 1. Glied ist $\frac{1}{3}$ so breit wie lang; *c* *Argulus coregoni*. Anzahl der Chitinspangen ist 7—8. Fast alle Glieder sind länger als breit

Tieres. Der Unterschied in der Anzahl der Chitinspangen beruht auf dem Verschmelzen der letzten 2 oder 3 oberen Chitinspangen zu einer längeren Spange.

Tabelle 3

Art	Geschlecht	Größe in mm		Anzahl der Randstrahlen	Anzahl der Chitinspangen	Anzahl der Randblättchen
		Tier	Saugnapf			
<i>japonicus</i>	O_3O_4	4,7	0,61	49 49	7—8	3—5
	O_2O_3	6,1	0,76	63 65	8	5—7
	O_1O_2	4,5	0,58	48 50	8	4—5
	O_1O_1	5,6	0,77	57 58	7—8	5—7
<i>foliaceus</i>	O_3O_4	4,0	0,64	38 36	5—6	4—6
	O_2O_3	5,2	0,76	41 42	6	6—7
	O_1O_2	4,3	0,69	39 39	6—7	5—6
	O_1O_1	5,3	0,84	46 47	7—8	6—7
<i>coregoni</i>	O_3O_4	8,7	0,85	70 69	6—9	5—6
	O_2O_3	9,3	0,9	78 77	7—9	9—11
	O_1O_2	8,9	0,83	68 70	8—10	7—9
	O_1O_1	1,1	1,0	81 84	8—11	8—11

Der 2. Maxilliped ist ein Klammerfuß. Er ist am Ende an der Unterseite mit 2 spitzen und an der Oberseite mit einem stumpfen gekrümmten Haken zum Einkrallen an den Fisch versehen. Am Basalglied befinden sich ebenfalls noch 3 große Haken, die ein Zurückgleiten des *Argulus* vom Fisch verhindern, und eine ovale beschuppte Chitin-

erhebung. Alle anderen Glieder sind gleichfalls beschuppt, jedoch zeigen die Schuppen bei jeder Art ein anderes Aussehen. Alle diese Schuppen erheben sich bei *Argulus foliaceus* aus einer kleinen kreisrunden Chitinfläche. In der Mitte jeder Schuppe findet sich nochmals eine oft nicht voll ausgebildete ovale Fläche. Alle Schuppen sind nach unten gerichtet und neigen zur Aufspaltung. Sie sind am oberen Rand des jeweiligen Gliedes 2—4spaltig und können am unteren Rand 10—12spaltig sein.



Abb. 18. 2. Maxilliped von *Argulus foliaceus*

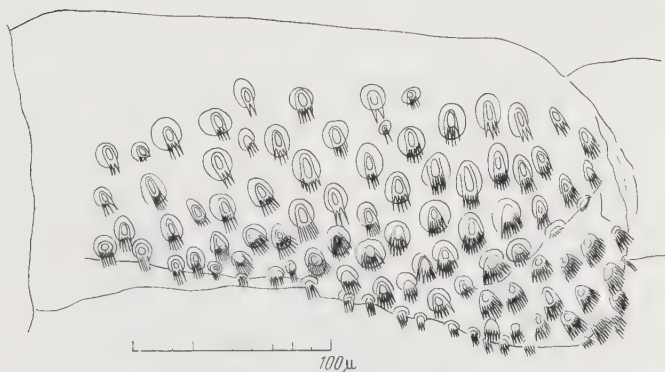


Abb. 19. 3. Glied des 2. Maxillipeden von *Argulus foliaceus*. Fast jede Schuppe erhebt sich aus einer fast kreisrunden Chitinfläche. In der Mitte jeder Schuppe ist eine ovale Fläche. Alle Schuppen neigen zur Aufspaltung, am oberen Rande 2—4, am unteren bis zu 12spaltig

Die Aufspaltung nimmt auch mit der Anzahl der Glieder zu, so daß die Borsten an den letzten Gliedern auch am oberen Rand schon 5fach gespalten sind (Abb. 18 und 19). Die Schuppen von *Argulus japonicus* haben eine handförmige Fiederung, in deren Mitte sich ebenfalls eine ovale Chitinfläche befindet. Sie neigen noch mehr zur Aufspaltung, so daß 1—3 Fiedern nur selten vorkommen. Am Rand enden sie oft pinselartig, so daß die Anzahl der Fiedern kaum sichtbar ist. Die Anzahl der Schuppen dagegen ist geringer als bei *Argulus foliaceus* (Abb. 20, 21). Die pinselartige Fiederung der Borsten ist für *Argulus coregoni* charakteristisch. Sie ist vom 2. Glied ab selbst in seinem oberen Teil schon ausgebildet. Außer dem Feld des Stammgliedes, das eine doppelte Anzahl von Borsten aufweist, entsprechen die Zahlen der Schuppen denen von *Argulus foliaceus* (Abb. 22, 23).

Argulus besitzt 4 Paar *Schwimmbeine*, die, wie bei den Copepoden, als Spaltfüße ausgebildet sind. Sie sind aus mehreren Stammgliedern sowie aus einem Exo- und einem Endopoditen zusammengesetzt. Die Schwimmbeine haben außer ihrer eigentlichen Funktion, besonders beim angehefteten Tier, die Aufgabe, Wasser den zur Atmung dienenden Schalenfeldern zuzuführen. Das 1. und 2. Schwimmfußpaar besitzt



Abb. 20. 2. Maxilliped von *Argulus japonicus*



Abb. 21. Die Schuppen von *Argulus japonicus* sind handförmig gefiedert. In der Mitte ebenfalls eine ovale Chitinfläche. Sie neigen noch stärker zur Aufspaltung als die von *foliaceus*

zusätzlich ein Flagellum, das auch noch zur Respiration dient und außerdem zur Säuberung benutzt werden kann. Die letzten 3 Schwimmfußpaare beim Männchen fallen durch ihre Kopulationsorgane auf, von denen die des vorletzten Schwimmfußpaares für jede Art besonders typisch gestaltet sind. Das Basalglied des 4. Schwimmfußpaares ist bei beiden Geschlechtern schildförmig verbreitert und mit Borsten besetzt.

Das 1. Schwimmfußpaar ist im weiblichen wie im männlichen Geschlecht bei allen 3 Arten gleich. Bei *Argulus foliaceus* und *japonicus* sind die 3 Stammglieder ohne Borsten; nur am 2. Stammglied findet sich eine kleine Borste, die als Tastborste gedeutet wird. Dagegen erkennt

man bei *Argulus coregoni* sowohl am 2. als auch am 3. Stammglied kaudalwärts eine Reihe größerer Ruderborsten. Die beiden Endglieder des Endopoditen sind bei *Argulus coregoni* und *Argulus japonicus* ungefähr gleich lang wie breit, während bei *Argulus foliaceus* das distale Endglied ungefähr doppelt so lang aber nur halb so breit wie das vorhergehende ist.

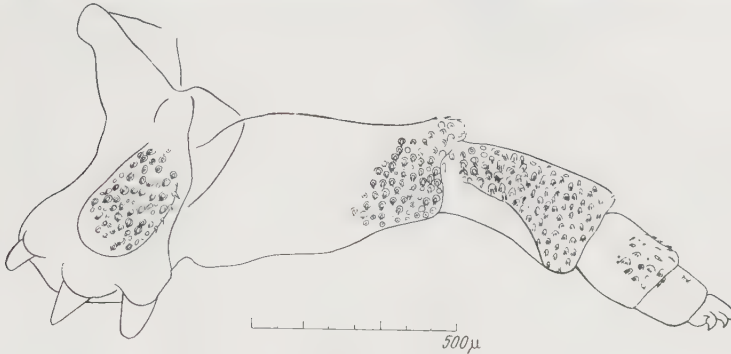


Abb. 22. 2. Maxilliped von *Argulus coregoni*

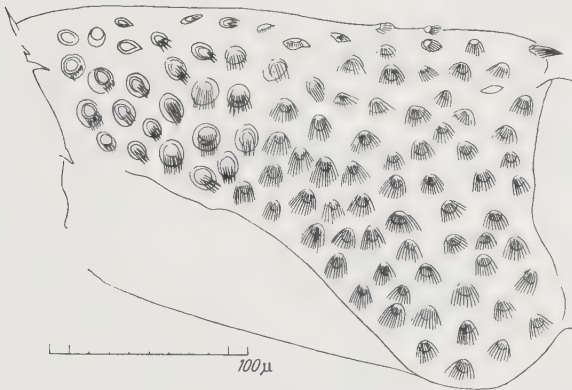


Abb. 23. 3. Glied des 2. Maxillipeden von *Argulus coregoni*. Pinselartige Fiederung der Borsten. Chitinfläche in der Mitte der Schuppen rund

Das 2. Schwimmfußpaar unterscheidet sich noch nicht wesentlich im männlichen und weiblichen Geschlecht mit Ausnahme des 2. Stammgliedes. Dieses ist besonders beim Männchen von *Argulus coregoni* umgeformt. Am unteren Rande finden sich auf der ventralen Seite durch eine Falte verbunden 2 Aufwulstungen, die mit Schuppen besetzt sind. Auf der dorsalen Seite liegen 2 Höcker, von denen der proximale verhältnismäßig lang und am Ende gerundet zuläuft. Bei *Argulus japonicus* finden sich die dorsalen Höcker nicht, die Aufwulstungen auf der Ventralseite sind kleiner, doch ebenfalls zahlreich beschuppt. *Argulus foliaceus* hat nur auf der ventralen Seite des 2. Gliedes einen median gerichteten

spitz-kegelförmigen Höcker. Ruderborsten fehlen bei *Argulus japonicus* und *foliaceus*. Jedoch *Argulus coregoni* besitzt im weiblichen Geschlecht am 2. und 3., im männlichen am 3. Stammglied eine größere Anzahl



Abb. 24. Kopulationsanhang von *Argulus foliaceus*. *a* Kopulationsanhang. Er besteht aus einer runden, Aufwulstung, die mit Schüppchen bedeckt ist und an deren Unterseite sich ein median gerichteter Zapfen abhebt; *b* Samenkapsel



Abb. 25. Kopulationsanhang von *Argulus japonicus*. *a* Er ist länger als der von *Argulus foliaceus*, ebenfalls beschuppt mit 4 schwachen Ausbuchtungen. Der median gerichtete Zapfen ist klein; *b* Samenkapsel

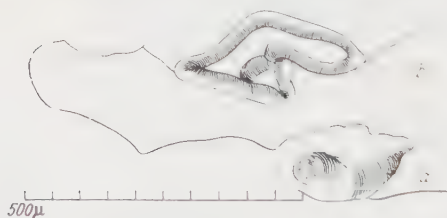


Abb. 26. Kopulationsanhang von *Argulus coregoni*. *a* Er hat 4 Zipfel, von denen der proximale am größten ist. Der kleinste liegt etwas ventralwärts am distalen Ende und weist mehrere Schüppchen auf; *b* Samenkapsel

Ruderborsten.

Das 3. Schwimmfußpaar besitzt zusammen mit den nächstfolgenden im männlichen Geschlecht die Kopulationsanhänge. Dorsal ist der Vorderrand des 3. Stammgliedes bei *Argulus coregoni* stark aufgewulstet und läuft distal in einer kegelförmigen Rundung aus, während er proximal in einer mediangerichteten Spitze endet. Ebenfalls findet sich ein längerer runder Höcker vorn auf der dorsalen Seite des Exopoditen an seinem proximalen Ende. Am unteren Rande befindet sich die Samenkapsel, die 3lappig ist und in einer tiefen Einbuchtung dorsal ausmündet. Sie ist bei allen 3 Arten im wesentlichen gleich gestaltet. Das Männchen von *Argulus japonicus* besitzt auf der Dorsalseite nur einen kleinen Höcker auf dem

3. Stammglied, der kranialwärts gerichtet ist, bei *Argulus foliaceus* ist keine Erhebung festzustellen. *Argulus coregoni* hat im weiblichen Geschlecht am 2. und 3., im männlichen Geschlecht am 3. Stammglied Ruderborsten. Beim Weibchen von *Argulus japonicus* und *foliaceus* treten erstmals am 3. Stammglied einige kleinere Borsten auf, während dieses bei den Männchen beider Arten unbeborstet bleibt.

Das 4. Schwimmfußpaar weist am 3. Stammglied für jede Art einen charakteristischen Kopulationsanhang auf. Bei *Argulus foliaceus*

besteht er nur aus einer verhältnismäßig runden Aufwulstung, die mit Schüppchen bedeckt ist und an deren Unterseite sich ein median gerichteter Zapfen abhebt. Proximal neigt sich am Exopoditen diesem Anhang eine halb so große Aufwulstung, die lamellenartiger und durchsichtig ist, entgegen. Sie findet sich nur bei *Argulus foliaceus* (Abb. 24). Der Kopulationsanhang von *Argulus japonicus* ist länger ausgezogen als bei *Argulus foliaceus*, ebenfalls beschuppt und endet in 4 Ausbuchtungen. Der median gerichtete Zapfen an der Unterseite dieses Anhangs ist wie bei *Argulus coregoni* zwar vorhanden, doch kleiner ausgebildet als bei *Argulus foliaceus* (Abb. 25). Der Kopulationsanhang bei *Argulus coregoni*, der am längsten bei den 3 Arten ist, hat 4 Zipfel, von denen der proximale am größten und seitwärts gebogen ist, der 2. neigt sich ihm entgegen, während der 4. und kleinste etwas mehr ventralwärts am distalen Ende des Kopulationsanhangs gelegen ist und mehrere Schüppchen aufweist (Abb. 26). Beim Weibchen ist das 1. Stammglied kaudalwärts stark verbreitert zum sog. Schwimmlappen. Bei *Argulus foliaceus* und *japonicus* besitzt dieser Schwimmlappen einige kurze Borsten, während bei *Argulus coregoni* hier mindestens doppelt so viele bedeutend längere Borsten sind. Bei *Argulus coregoni* und bei *Argulus japonicus* hat dieser Schwimmlappen eine runde Form, während er bei *Argulus foliaceus* in einen nach außen gebogenen Zipfel ausgezogen ist. Es finden sich am unteren Rande des Stammes aller 3 Arten sowohl beim Männchen als auch beim Weibchen Ruderborsten; der Besatz ist bei *Argulus coregoni* am dichtesten, und die Borsten sind auch länger als bei den 2 anderen Arten.

5. Abdomen. Das Abdomen von *Argulus foliaceus* setzt verhältnismäßig schmal an, verbreitert sich ziemlich stark in einer eiförmigen Ausbuchtung und läuft in 2 Schwanzlappen aus, die durchschnittlich $\frac{2}{3}$ des Abdomens ausmachen. Diese Schwanzlappen stehen bei älteren Exemplaren oft weit auseinander. An ihrer Vereinigungsstelle finden wir die 2 kleinen Furcalglieder. Eine Chitinleiste, die von dieser Stelle bis zur Mitte des Abdomens läuft und bei lebenden Tieren gerade noch zu sehen ist, teilt das Abdomen in 2 gleiche Hälften. Die dorsal stark pigmentierte Samenblase reicht meistens in den Schwanzlappen hinein und kann sich bis zur Hälfte des Lappens ausdehnen. Das weibliche Abdomen ähnelt wegen seiner geringen Größe und Ausbuchtung auf den ersten Blick dem von *Argulus japonicus*, jedoch auch hier sind die Enden der Schwanzlappen gerundet, und die Lappen sind zu $\frac{1}{3}$ eingeschnitten. Sie sind bei älteren Exemplaren jedoch nicht soweit auseinandergespreizt wie beim Männchen. Die Receptacula seminis, die sich an der Ansatzstelle der Flosse befinden, sind besonders stark entwickelt und nehmen rund die Hälfte der Abdomenbreite ein. Einige Zahlen geben Aufschluß über die Abdomenlänge und -breite vom Männchen und Weibchen bei *Argulus foliaceus*: Tabelle 4.

Besonders charakteristisch für beide Geschlechter von *Argulus foliaceus* ist die Bedornung. Die in eine Spitze auslaufenden Dornen sind etwa 12—14 μ groß, sie verbreiten sich nicht nur über dem Rücken, sondern auch regelmäßig über die ganzen Schwanzlappen. Ferner erkennen wir noch Dornen in der Nähe der Ränder bis zur Mitte des Abdomens, sowie in Ausnahmefällen bei älteren Exemplaren rechts und links der dünnen

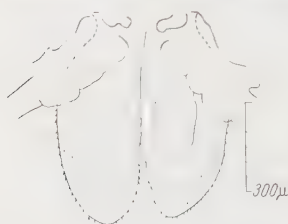


Abb. 27. Abdomen von *Argulus foliaceus*. Es läuft in 2 gerundete Schwanzlappen aus, die bedornt sind. Im oberen Teil noch kleine Dornfelder. Dornen sind einfach

Tabelle 4

Ge- schlecht	Länge mm	Breite mm	Abdomen- länge mm	Abdomen- breite mm
♀	3,3	2,2	0,75	0,6
♀	3,5	2,2	0,9	0,73
♀	4,3	2,7	0,87	0,65
♀	4,5	2,7	1,0	0,85
♀	5,0	3,3	1,0	0,75
♂	5,0	3,3	1,2	1,0

Chitinleisten, deren Zahl aber nicht über 20 hinausgeht (Abb. 27). Einige Zahlen lassen Schlüsse über die Stärke und das Vorkommen der Bedornung zu (Tabelle 5).

Tabelle 5

Ge- schlecht	Abdomen		Links			Rechts			Gesamt- zahl
	Breite mm	Länge mm	außen	Mitte	innen	innen	Mitte	außen	
♀	0,93	1,1	31	78	13	15	76	32	225
	0,67	0,9	20	49	10	8	61	20	178
	0,6	0,8	16	29	8	9	34	19	111
	0,83	1,0	32	70	14	27	63	12	218

Das Abdomen von *Argulus japonicus* ist im Gegensatz zu *Argulus foliaceus* bedeutend schmaler, dafür aber etwas länger und zugespitzter. Es setzt ungefähr in derselben Breite wie bei *Argulus foliaceus* an, buchtet sich jedoch im weiteren Verlauf nicht aus, sondern nimmt nur an Umfang geringfügig zu. Das Abdomen läuft in 2 länglichen Schwanzlappen aus. Diese sind meist zugespitzt, nur an den äußeren Enden leicht abgerundet. Es finden sich jedoch häufiger Ausnahmen wie bei der vorangegangenen Art oder Übergänge zu ihr. Die Schwanzlappen sind nicht nur schmaler, sondern auch länger als bei *Argulus foliaceus*. Diese Einschnitte reichen von einem Drittel bis zur Hälfte des Abdomens. Auch hier ist der Unterschied der geringen Abdomengröße des Weibchens gegenüber dem Männchen auf den ersten Blick zu erkennen. Er ist jedoch meist nicht so stark ausgeprägt wie bei *Argulus foliaceus*. Das Re-

ceptaculum seminis des Weibchens ist sehr schmal und umfaßt nur rund $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ der Schwanzbreite. Zahlenbeispiele über die Abdomenbreite und -länge bei *Argulus japonicus*: Tabelle 6.

Die Bedornung des Schwanzes beschränkt sich bei *Argulus japonicus* nur auf die Randbezirke, besonders am unteren Schwanzlappen (Abb. 28). Während bei *Argulus foliaceus* die Dornen einfach sind, finden sich bei *Argulus japonicus*

Tabell 6

Geschlecht	Länge mm	Breite mm	Abdomen- breite mm	Abdomen- länge mm
♂	4,4	3,1	0,78	1,0
	4,5	3,2	0,75	1,05
	5,0	3,8	0,89	1,2
	5,0	3,7	0,88	1,1
	5,6	4,4	1,1	1,5
	5,6	4,3	0,9	1,4

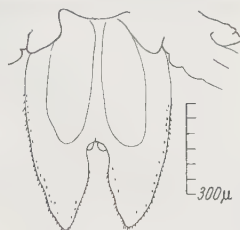


Abb. 28. Abdomen von *Argulus japonicus*. Es ist schmaler als das von *foliaceus* und läuft in 2 zugespitzte Schwanzlappen aus, die nur noch am Rand bedornt sind. Dornen sind niedrig

vom Rande ausgehend 1, 2 und 3 spitze Dornen; ja einige sich weiter einwärts befindende haben sogar fiederförmige Verästelungen. Die Dornen sind etwas kleiner als bei der vorangegangenen Art mit ungefähr 10 μ Größe. Zahlen über das Vorkommen der Bedornung: Tabelle 7.

Tabelle 7

Geschlecht	Abdomen		Links		Rechts		Gesamtzahl
	Breite mm	Länge mm	außen	innen	außen	innen	
♂	1,0	1,3	32	21	24	33	110
	0,80	1,2	30	17	18	29	99
	0,86	1,2	27	13	15	30	85
	0,75	1,1	29	16	16	27	88

Argulus coregoni hat von den 3 Arten das schmalste und relativ längste Abdomen und ist aus diesem Grunde sehr leicht zu erkennen. Die Ansatzstelle ist etwas schmaler als bei den vorangegangenen Arten. Das Abdomen verbreitert sich nur ein wenig, um darauf wieder stetig schmaler zu werden und in 2 lange spitze Enden auszulaufen. Diese Spitzen sind äußerst schmal und teilen das Abdomen gut zur Hälfte, in Ausnahmefällen sogar bis zu $\frac{2}{3}$. Die Schwanzenden sind immer zugespitzt. Es fehlt die Bedornung, auch in den ältesten Stadien, gänzlich (Abb. 29).

Einige Zahlenbeispiele geben über Abdomenbreite und -länge Auskunft: Tabelle 8.

II. Entwicklungsstadien von *Argulus*

Unterschiede in der Ablage und Entwicklung der Eier von *Argulus foliaceus* und *Argulus japonicus* sind nicht festzustellen. Im Ei wird das Naupliusstadium und Copepoditstadium durchlaufen. Das Naupliusstadium ist gekennzeichnet durch das einfache unpaare Auge und die Größe der Antennen, während im Copepoditstadium neben der Antenne sich auch das Abdomen mit den Schwimmbeinen entwickelt.

Im ersten Larvenstadium ist der Cephalothorax recht klein. Die 3 letzten Schwimmbeine bleiben daher unbedeckt. Sie sind noch nicht völlig ausgebildet und unbeweglich an die Brustsegmente angelegt. Ihnen folgt die ebenfalls noch



Abb. 29. Abdomen von *Argulus coregoni*. Das Abdomen ist sehr schmal und läuft in 2 lange spitze Enden aus. Jede Bedornung fehlt

Tabelle 8

Geschlecht	Breite mm	Länge mm	Abdomen- breite mm	Abdomen- länge mm
♂	4,7	7,2	0,9	2,2
♀	6,1	8,5	1,4	2,4
♂	2,8	4,4	0,5	1,3
♀	3,4	5,5	0,9	1,5

kleine Schwanzflosse, an die die beiden runden Furcalglieder sich anschließen, die deutlich ausgebildet und mit je 3 Borsten besetzt sind. Die

Schwimmbewegungen werden in diesem Stadium von der 2. Antenne, dem Mandibulartaster sowie dem 1. Schwimmfußpaar ausgeübt.

Die 1. Antenne besteht aus einer Basalplatte, an der sich ein sichel-förmiger Haken zum Anklammern und ein 2gliedriger, mit Tastborsten versehener Anhang befindet. Auffallend für dieses Stadium ist besonders die 2. Antenne. Sie entspringt weiter hinten in der Höhe des 2. Augen-paares und besteht aus 2 Grundgliedern, die ungefähr gleiche Größe haben und an deren unterem Ende sich jeweils ein kleiner Dorn abhebt. Aus dem 2. Grundglied entspringt ein Innen- und ein Außenast. Der Innenast ist 3gliedrig, mit Häkchen versehen und endigt in einigen Klammerborsten. Der Außenast ist ungeteilt, etwas kürzer und hat an seinem Ende eine kurze und 4 lange Borsten. Beide Grundglieder dieser Antenne sind durch eine dünne Querspange miteinander verbunden. Der Mundaufsatz sowie der einziehbare Stachel sind bereits aus-gebildet. In der Höhe des Stachels entspringt der nur für das 1. Stadium charakteristische Mandibulartaster. Er besteht aus einem Glied mit 3 großen Fiederborsten. Die Kauladen der Mandibeln liegen unterhalb der Oberlippe als bewegliche kleine Haken. Der schon erwähnte 1. Maxil-liped dient außer zum Schwimmen noch zum Anklammern an den

Fisch. Er wird später in den Saugnapf umgebildet und ist besonders stark entwickelt. Er besteht aus einem dicken Basalglied, einem wesentlich schmäleren Mittelglied mit je einem Haken an der Unterseite und einem wieder etwas größeren Endglied, das mit 2 gekrümmten Spitzen zum Anklammern versehen ist. Von ihnen ist der äußere mit 3 sägeförmigen Einbuchtungen versehen. Die schmäleren 2. Maxillipeden sind 5gliedrig, die ersten 3 Glieder tragen wiederum an der Unterseite je 1 Häkchen. Zwei schwächer gekrümmte Spitzen befinden sich auch hier am Endglied. Das 1. funktionsfähige Schwimmpfußpaar besteht

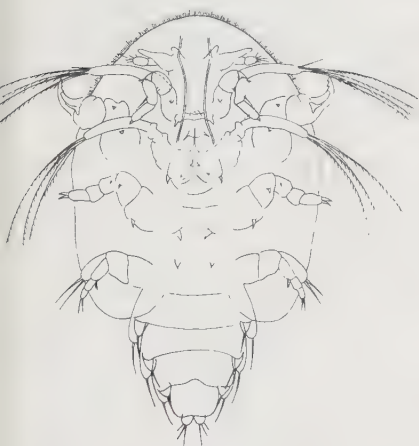


Abb. 30. I. Larvenstadium von *Argulus foliaceus* (Länge 0,7 mm, Breite 0,42 mm)



Abb. 31. I. Larvenstadium von *Argulus japonicus* (Länge 0,7 mm, Breite 0,43 mm)

aus einem 2gliedrigen Stamm, an dem ein Außen- und ein Innenast sitzen. Der Außenast ist ungegliedert und mit 2 Borsten besetzt, während der Innenast 3gliedrig ist und 4 kleinere Borsten hat. Die übrigen 3 Schwimmpfüße liegen frei am Thorax an. Innenast und Außenast, jeder 1 Borste tragend, sind an ihnen schwer zu erkennen, da sie sich gewöhnlich mehr oder minder überdecken. Das Abdomen ist sehr kurz, und, wie auch TOKIOKA angibt, nur $\frac{1}{10}$ so lang wie der Körper. Im Schwanzsegment kann man schon die Anlagen der Geschlechtsorgane erkennen. Man findet 2 eiförmige Gebilde, die späteren Hoden des Männchens, oder 2 kleine rundliche Körper, die das spätere Receptaculum seminis des Weibchens darstellen. Der vordere Rand des Thorax ist mit cilienförmigen Haaren besetzt, von denen einige stärker ausgebildet sind und als Tasthaare gedeutet werden können.

Im 1. Larvenstadium unterscheiden sich die beiden Arten kaum voneinander (Abb. 30, 31). Es ist 0,7—0,76 mm lang. Das zweite Larvenstadium wurde bisher übersehen. Nur HÄNSEL (1951) erwähnt es

und bildet es auch ab. Es ist dem 1. Stadium außerordentlich ähnlich. Die Thorakalsegmente und das Abdomen haben sich gestreckt. Deutlich sind jetzt der Stamm des 2. bis 4. Schwimmfußes von den Segmenten abgegliedert. Gut zu erkennen sind die noch ungegliederten Außen- und Innenäste, von denen der Außenast jetzt 2 Borsten an seinem Ende trägt. Das Abdomen hat nun eine Länge von $\frac{1}{8}$ der Körpergröße. — Die Larven beider Arten sind äußerst ähnlich, ihre Größe beträgt 0,78—0,84 mm (Abb. 32, 33).



Abb. 32. II. Larvenstadium von *Argulus foliaceus* (Länge 0,7 mm, Breite 0,44 mm)



Abb. 33. II. Larvenstadium von *Argulus japonicus* (Länge 0,8 mm, Breite 0,46 mm)

Nach der 2. Häutung erfolgt eine wesentliche Umbildung einiger Gliedmaßen, so daß die *dritte* Larve dem adulten Stadium trotz ihrer geringen Größe schon ähnlich sieht. Der Haken der 1. Antenne ist stärker ausgebildet. Die 2. Antenne liegt nun dicht hinter der 1. Antenne. Der große Schwimmfußast ist bis auf einen kleinen Anhang rückgebildet. Dadurch erscheint die 2. Antenne klein und unbedeutend. Der Innenast besteht aus 3 Gliedern, von denen das vorletzte proximal 2, das letzte terminal mehrere Borsten aufweist. Die Chitinquerspange, die unterhalb der 2. Antenne lag, ist verschwunden; an ihrer Stelle findet sich rechts und links des Siphos ein starker Dorn. Der Mandibulartaster ist ebenfalls rückgebildet. Ein schwer sichtbarer 3gliedriger Rest von ihm ist noch an der Basis des 1. Maxillipeden zu erkennen. Das Basalglied trägt einen kleinen Dorn, das Endglied 2 kleine Borsten. Der 1. Maxilliped ist 4gliedrig. An der Ventralseite des 2. Gliedes befinden sich jetzt 2 Haken. Die ersten 3 Glieder sind unregelmäßig mit kleinen

Warzen besetzt. Der 2. Maxilliped ist 5gliedrig, am Basalglied liegen an der ventralen Seite 2 große Dornen. Die Thoraxsegmente sind an der Bauchseite beborstet. Auffallend ist die Entwicklung der 4, besonders der letzten 3 Schwimmbeine, die nun funktionstüchtig sind und die Aufgabe der 2. Antennen und der Mandibulartaster übernommen haben. Die beiden Stammglieder der Schwimmbeine (Coxa und Basis) sind breit entwickelt; die Außenäste sind ungegliedert und mit 2 langen Fiederborsten am Ende versehen. Der Innenast des 1. Schwimmfußes ist 3gliedrig und trägt an seinem Endglied 3 einfache Borsten. Die Innenäste des 2. bis 4. Schwimmfußes sind 2gliedrig. Das Endglied läuft in eine lange Fiederborste aus. Die Coxa des letzten Schwimmfußes trägt eine ungefi ederte Borste. Das 2. bis 4. Thorakalsegment trägt ventral einige (6—12) Schuppen oder Dörnchen. Einzelne Schuppen sind auch auf

dem Stamm der Schwimmbeine zu erkennen. Das Abdomen ist etwas breiter geworden, die Schwanzlappen werden deutlich sichtbar. In diesem

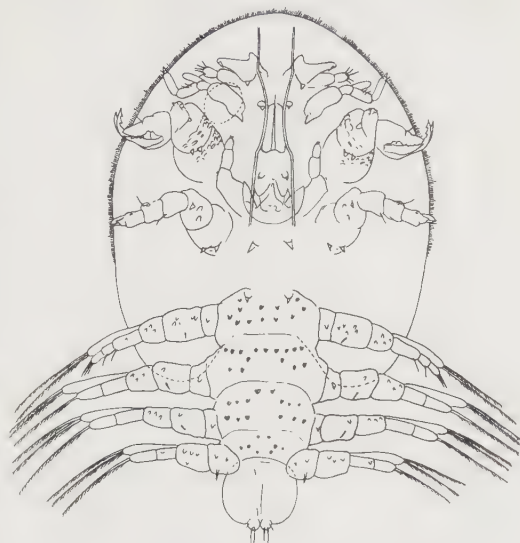


Abb. 34. III. Larvenstadium von *Argulus foliaceus*
 (Länge 0,9 mm, Breite 0,54 mm)

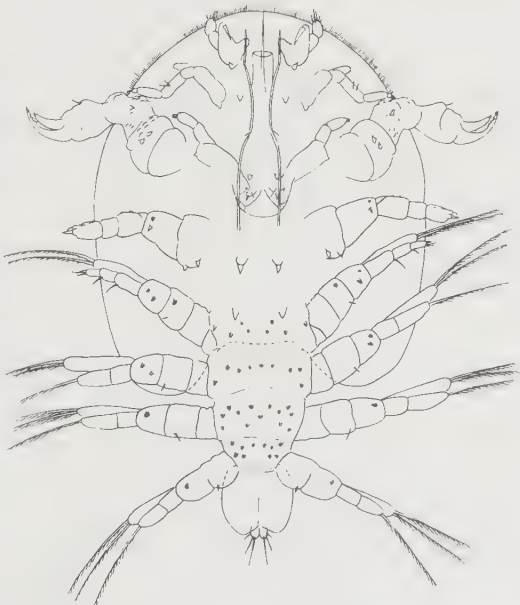


Abb. 35. III. Larvenstadium von *Argulus japonicus*
 (Länge 0,9 mm, Breite 0,57 mm)



Abb. 36

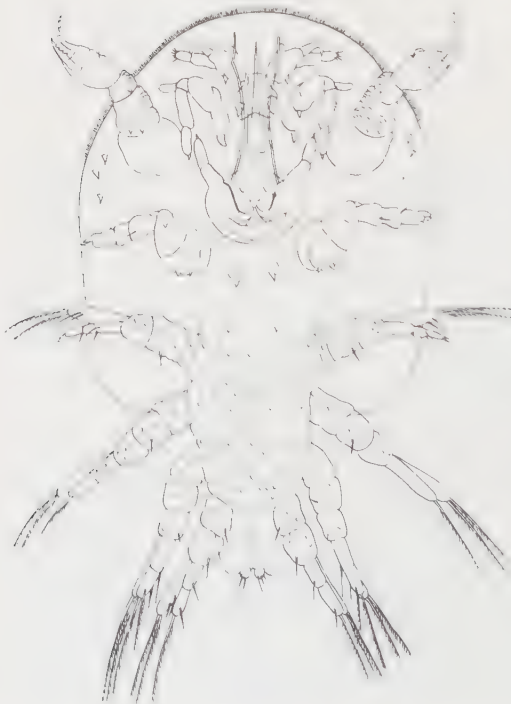


Abb. 37

Stadium ist bereits ein Herz ausgebildet, der Darm schon recht umfangreich, und auch im Thorax ist das Ovarium nachweisbar. Auch in diesem Larvenstadium unterscheiden sich die beiden Arten kaum voneinander (Abbildung 34, 35). Die Tiere sind 0,85—0,93 mm groß.

Das vierte Larvenstadium wurde bislang übersehen, was nicht verwunderlich ist, da es dem 3. außerordentlich ähnlich sieht. Es unterscheidet sich von diesem im wesentlichen nur durch die Größe und Bedornung am Carapax und besonders der Thorakalsegmente und Schwimmfüße. Die Zahl der Borsten an den Schwimmfüßen hat zugenommen. Am letzten Schwimmfuß trägt außer der Coxa auch die Basis und das 1. Glied des Innenastes je eine ungefederte Borste, das 2. Glied des Innenastes eine ungefederte und eine gefiederte Borste, der Außenast 2 ungefederte und 2 gefiederte. Das Stirnfeld hat keine oder 1 bis 2 Dornen. Auf den Seitenfeldern können Dor-

Abb. 36. IV. Larvenstadium von *Argulus foliaceus* (Länge 0,9 mm, Breite 0,52 mm)

Abb. 37. IV. Larvenstadium von *Argulus japonicus* (Länge 0,95 mm, Breite 0,59 mm)

nen fehlen oder in der Anzahl 1—4 vorhanden sein. Die Thorakalsegmente tragen ventral ungefähr 10—20 Schuppen und Dörnchen, jedes der Schwimmbeine 5—10. Bei beiden Arten sind noch keine Unterschiede im 4. Larvenstadium festzustellen (Abb. 36, 37). Die Größe der Tiere beträgt 0,98—1,1 mm.

Das *fünfte* Larvenstadium ist dadurch ausgezeichnet, daß der 1. Maxilliped sich in den Saugnapf umzuwandeln beginnt. Bedornung und Beschuppung des Körpers und der Extremitäten verstärken sich. Erstmals tritt an den Enden der beiden Chitinleisten an der Dorsalseite des Carapax eine neue, feine Chitinstruktur auf, es ist die parallel zum Vorderrand des Carapax verlaufende Stirnleiste. Sie ist noch sehr kurz. Der 1. Maxilliped zeigt erste Anfänge der Degeneration. Sein Grundglied erweitert sich und läßt in einer Aushöhlung erste Anzeichen des Saugnapfes erkennen. Am Grundglied des Kieferfußes ist am hinteren Ende ein Dorn dazugekommen, der dem äußeren Dorn des erwachsenen Tieres entspricht. Einige kleine Dornen treten am Stamm zusätzlich auf. Stirn- und Seitenfelder können bis 16 Dornen tragen. An den Exo- und Endopoditen der Schwimmfüße treten in größerer Anzahl neue Borsten und Fiederborsten auf, die zur Basis hin kleiner werden. Das 4. Schwimmfußpaar trägt an Coxa, Basis und dem 1. Glied des Innenastes je 2, am 2. Glied des Innenastes 4—5, am Außenast 5 Borsten. Die Zahl der Schuppen und Dornen auf den Thoraxsegmenten und Schwimmfüßen nimmt stark zu. Sie beträgt an den Thoraxsegmenten bis zu 30, an den Schwimmbeinen ungefähr 20.

In diesem Larvenstadium zeigt sich ein charakteristischer Unterschied zwischen *Argulus foliaceus* und *japonicus*, nämlich die stärkere Bedornung des Stirnfeldes gegenüber den Seitenfeldern bei *Argulus foliaceus*, während bei *Argulus japonicus* alle Felder annähernd die gleiche Dornenzahl aufweisen. In diesem Larvenstadium ist der Unterschied noch sehr gering (Abb. 38, 39). Das Stirnfeld trägt bei *Argulus foliaceus* 7—12, die Seitenfelder 8—10 Dornen, bei *Argulus japonicus* lauten die Zahlen für das Stirnfeld 12—27 und für die Seitenfelder 10—18. Dieses Stadium ist 1,15—1,35 mm groß (s. Tabelle 8).

Im *sechsten* Larvenstadium setzt sich die Umbildung des 1. Maxillipeden fort. Der Carapax bedeckt jetzt stets das 2. Schwimmfußpaar. Das Basalglied des 1. Maxillipeden ist sehr stark erweitert und läßt eine tiefe Aushöhlung erkennen, jedoch sind die Randstrahlen und Muskeln noch nicht ausgebildet. Die übrigen Glieder des 1. Kieferfußes sind noch normal entwickelt, jedoch gegenüber dem Basalglied klein; am 2. Glied vermißt man die beiden Häkchen. Am Grundglied des 2. Maxillipeden sind die 3 Haken alle gleich ausgebildet. Es trägt in der Mitte einen Höcker an der Stelle, wo sich im nächsten Stadium ein Feld von Schuppendornen zeigt. An der Basis des 1. und 2. Schwimmfußes treten Flagellen als unscheinbare Warzen auf; sie besitzen noch keine Borsten.

Die Zahl der Borsten der Schwimmfüße nimmt weiter zu. Sie beträgt am 4. Paar an Coxa, Basis und am 1. Glied des Innenastes je 3, am



Abb. 38. V. Larvenstadium von *Argulus foliaceus* (Länge 1,3 mm, Breite 0,8 mm)



Abb. 39. V. Larvenstadium von *Argulus japonicus* (Länge 1,15 mm, Breite 0,8 mm)

2. Glied 5—6, am Außenast 5—7 (Abb. 40, 41). — Bei *Argulus foliaceus* trägt das Stirnfeld 19—30, die Seitenfelder 12—21 Dornen, bei *Argulus japonicus* haben Stirn- und Seitenfelder dagegen 18—33 Dornen. In diesem Stadium sind die Tiere von *Argulus foliaceus* 1,37—1,50 mm, von *Argulus japonicus* 1,40—1,55 mm groß (s. Tab. 8).



Abb. 40



Abb. 41

Abb. 40. VI. Larvenstadium von *Argulus foliaceus* (Länge 1,4 mm, Breite 0,9 mm)

Abb. 41. VI. Larvenstadium von *Argulus japonicus* (Länge 1,65 mm, Breite 1,0 mm)

Im *siebenten* Larvenstadium wird vom Carapax das Basalglied des 3. Schwimmfußpaares manchmal bedeckt. Die 2 Chitinleisten an der

Dorsalseite des Carapax verdicken sich am Ende. Die Stirnleiste ist deutlich länger geworden. Das Grundglied des 1. Maxillipeden ist nun völlig in den Saugnapf umgebildet. Die Randstrahlen sind deutlich erkennbar, bestehen allerdings meist nur aus 3 Chitinspangen. Die übrigen Glieder des Maxillipeden sind noch erhalten, jedoch verhältnismäßig klein; sie können noch nicht zum Anklammern verwendet werden. Die Schwimmfüße haben sich vergrößert, der eingliedrige Außenast ist stets wesentlich größer als der 2- oder 3gliedrige Innenast. Die Flagellen am 1. und 2. Schwimmfußpaar sind kurz, fingerförmig und tragen am Ende eine kleine Borste. Am hinteren Rand des 3. Schwimmfußes und am vorderen Rand des 4. treten bei den Männchen Wülste als erste Anlage der Kopulationsorgane auf. Die Zahl der Borsten des letzten Beinpaars steigt auf 3—4 an den basalen, und 6—8 an den Endgliedern. Das Schwanzsegment ist beträchtlich gewachsen, das Verhältnis von ihm zur Gesamtlänge ist ungefähr wie 1:5 (Abb. 42,



Abb. 42. VII. Larvenstadium von *Argulus foliaceus* (Länge 1,75 mm, Breite 1,1 mm)

43). Das Stirnfeld ist bei *Argulus foliaceus* mit 45—65, die Seitenfelder mit 26—50 Dornen besetzt. Bei *Argulus japonicus* dagegen trägt das Stirnfeld 45—75, die Seitenfelder 40—61 Dornen. *Argulus foliaceus* ist jetzt 1,55—1,80 mm und *Argulus japonicus* 1,62—1,90 mm groß (s. Tab. 9).

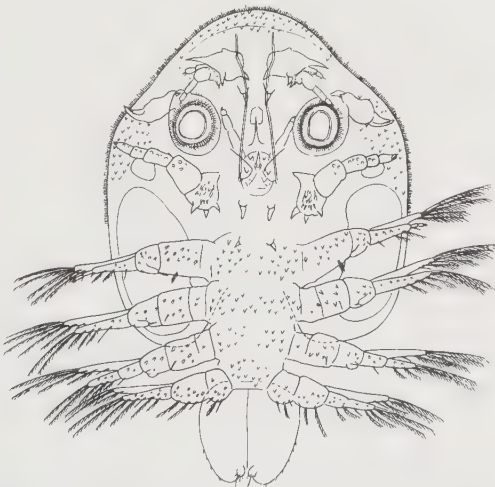


Abb. 43. VII. Larvenstadium von *Argulus japonicus* (Länge 1,65 mm, Breite 1,05 mm)

Tabelle 9. *Beborstung des Carapax*

Stadium	<i>Argulus foliaceus</i>				<i>Argulus japonicus</i>			
	Körpergröße mm	Stirnfeld	Seitenfelder		Körpergröße mm	Stirnfeld	Seitenfelder	
			links	rechts			links	rechts
1.	0,70	0	0	0	0,72	0	0	0
	0,73	0	0	0	0,74	0	0	0
	0,74	0	0	0	0,75	0	0	0
	0,74	0	0	0	0,75	0	0	0
	0,76	0	0	0	0,76	0	0	0
2.	0,78	0	0	0	0,79	0	0	0
	0,80	0	0	0	0,81	0	0	0
	0,81	0	0	0	0,81	0	0	0
	0,82	0	0	0	0,83	0	0	0
	0,84	0	0	0	0,84	0	0	0
3.	0,85	0	0	0	0,85	0	0	0
	0,86	0	0	0	0,87	0	0	0
	0,87	0	0	0	0,88	0	0	0
	0,92	0	0	0	0,90	0	0	0
	0,93	0	0	0	0,92	0	0	0
4.	0,98	0	0	0	0,99	0	0	0
	0,99	0	0	2	1,00	0	0	0
	1,02	0	2	2	1,03	0	2	2
	1,10	1	0	1	1,04	1	3	4
	1,10	0	3	2	1,10	0	3	2
	1,11	2	0	2	1,11	0	3	3
5.	1,16	7	8	8	1,15	15	14	13
	1,21	9	7	7	1,20	12	10	8
	1,25	11	7	9	1,21	16	15	15
	1,25	12	10	10	1,25	12	10	9
	1,27	10	7	8	1,28	15	14	13
	1,30	9	8	8	1,29	16	18	17
	1,32	10	9	9	1,33	17	18	17
	1,34	12	9	9	1,35	16	13	15
6.	1,37	19	17	17	1,40	19	21	23
	1,38	23	12	14	1,44	18	19	19
	1,38	22	13	13	1,47	18	20	20
	1,40	30	19	21	1,48	26	25	24
	1,41	27	16	17	1,50	23	20	19
	1,42	30	19	20	1,51	32	31	32
	1,46	28	21	17	1,53	30	24	24
	1,50	29	17	16	1,55	33	29	32
7.	1,55	59	17	34	1,62	57	49	48
	1,60	45	31	30	1,63	45	46	51
	1,62	46	26	28	1,65	46	50	53
	1,63	38	34	27	1,70	46	40	42
	1,65	58	26	29	1,70	67	50	48
	1,66	64	31	30	1,72	64	49	58
	1,72	63	33	31	1,77	75	61	61
	1,74	60	39	38	1,80	69	50	50
	1,77	64	41	50	1,89	73	58	53
	1,80	65	45	37	1,90	65	55	50

Tabelle 9 (Fortsetzung)

Stadium	<i>Argulus foliaceus</i>				<i>Argulus japonicus</i>			
	Körpergröße mm	Stirnfeld	Seitenfelder		Körpergröße mm	Stirnfeld	Seitenfelder	
			links	rechts			links	rechts
8.	2,00	95	57	59	2,00	126	103	88
	2,05	106	58	59	2,22	104	107	101
	2,16	114	67	67	2,22	98	86	88
	2,48	125	71	67	2,27	102	97	92
	2,60	146	88	76	2,38	148	145	149
	2,71	144	77	88	2,55	157	142	163
	2,75	155	93	94	2,70	157	150	150
	2,98	149	98	118	2,80	175	156	155
	3,04	154	110	102	2,85	153	150	152
	3,20	152	99	98	3,20	167	151	146
9.	3,30	162	118	117	3,30	200	201	203
	3,42	170	131	131	3,35	193	197	193
	3,50	179	126	113	3,50	247	287	291
	3,63	164	113	115	3,60	213	233	220
	3,80	207	124	130	3,66	220	222	206
	3,90	194	114	119	3,75	218	224	222
	4,00	187	120	129	3,83	230	240	249
	4,15	228	134	141	3,90	245	256	259
	4,20	201	126	124	4,20	258	250	255
	4,30	197	125	140	4,32	261	261	264

Im achten Stadium tritt der Saugnapf voll in Funktion. Die Klammerhaken sind abgestreift und von den Gliedern des 1. Kieferfußes ist nur noch am Rande des Saugnapfes ein kurzer mit einer Borste besetzter Anhang zu erkennen, an dem keine deutliche Gliederung zu sehen ist. Saugrüssel und Stachel entsprechen dem erwachsenen *Argulus*. Die Flagellen am 1. und 2. Schwimmbeinpaar sind länger geworden und tragen 3 Borsten. Die Wülste am 3. und 4. Schwimmfuß des Männchens werden stärker und lassen die Anlage der Samenkapsel und des Klammerfortsatzes erkennen. Die Samenblasen der Männchen beginnen sich zu pigmentieren (Abb. 44, 45). — Die Zahl der Dornen des Stirnfeldes beträgt bei *Argulus foliaceus* 95—155, die der Seitenfelder 57—110. *Argulus japonicus* hat 98—175 Dornen im Stirnfeld, in den Seitenfeldern 86—163. Die Größe bei *Argulus foliaceus* beträgt in diesem Stadium 2,0—3,2 mm, die gleiche wie bei *Argulus japonicus* (s. Tabelle 8).

Das neunte Larvenstadium gleicht weitgehend dem erwachsenen Tier. Die oberen Enden der dorsalen Chitinleisten sind deutlich gegabelt. Die Chitinspangen des Saugnapfes sind 4- und mehrgliedrig. Das Flagellum der Schwimmfüße ist verlängert und reicht hinter den vorderen Rand des Grundgliedes des nächsten Beines. Es ist mit 5 bis 6 Fiederborsten versehen. Im männlichen Geschlecht ist die Anlage der Samenkapsel des 3. Beinpaares fast vollendet, nur die kleinen Papillenfortsätze am oberen Rand fehlen. Der Klammerfortsatz des 4. Bein-



Abb. 44. VIII. Larvenstadium von *Argulus foliaceus*
(Länge 2,1 mm, Breite 1,3 mm)



Abb. 45. VIII. Larvenstadium von *Argulus japonicus*
(Länge 2,4 mm, Breite 1,5 mm)

paares ist ebenfalls fast der des erwachsenen Tieres; er gleicht einem daumenartigen Gebilde und liegt an der Basis der Ventralseite. Seine Spitze endet in einem kleinen Dorn. An der Gestalt des Abdomens lassen sich erstmals die Geschlechter erkennen, wenn auch noch nicht sehr deutlich. Das Schwanzsegment des Männchens ist mehr eiförmig, während das des Weibchens mehr birnenförmig ist. Das Verhältnis des Abdomens zum Tier ist ungefähr 1:4.

In diesem Stadium unterscheiden sich die beiden Arten in den gleichen Merkmalen wie die Erwachsenen, die eingehend beschrieben wurden. Das Stirnfeld hat bei *Argulus foliaceus* 162—228 Dornen, die Seitenfelder 117—141. Bei *Argulus japonicus* trägt das Stirnfeld 193—261 Dornen, die Seitenfelder 193—291. Die Größe beider Arten beträgt 3,8—4,3 mm (siehe Tabelle 9).

Mit dem nächstfolgenden Stadium, dem zehnten, ist das Tier voll geschlechtsreif. Der Saugnapf verliert den Anhang außer einer kleinen Borste, die bei älteren Tieren auch nicht mehr vorhanden ist. Die Schwanz-

lappen und der Carapax wachsen weiter. Die Geschlechtsanhänge der Thorakopoden erreichen ihre volle Ausbildung. Die Zahl der Dornen am Stirnfeld und an den Seitenfeldern steigt weiter an. Die Größe der Tiere überschneidet sich mit der des vorhergehenden Stadiums.

B. Biologie

1. Schädigungen des Fisches durch *Argulus*. Die Schädigungen der Fische durch Karpfenläuse werden hauptsächlich durch deren Saugstachel, ihre beiden Saugnäpfe, ihre Dörnchen und Klammerhaken an der Schalenunterseite und auch von den Lokomotionsorganen verursacht. Der Stachel dringt in die Fischhaut ein, und aus der Speicheldrüse — von vielen Autoren als Giftdrüse bezeichnet — wird ein artfremdes Eiweiß in die Wunde gespritzt. Als Nahrung wird dann Blutserum und Gewebesaft mit Hilfe des Mundsihphos in die Darmblindsäcke der Karpfenlaus eingesaugt; dabei kann der Parasit von einem an der Bauchwassersucht erkrankten Fisch mit der Nahrung den Erreger *Pseudomonas punctata* in sich aufnehmen und auf einen gesunden Fisch übertragen. Dies konnte DOMBROWSKI (1951) experimentell nachweisen. Dabei stellte er fest, daß alle anderen Versuche, gesunde Fische zu infizieren, etwa durch Zugabe von Aufschwemmungen oder orale Applikationen von *Pseudomonas* oder Zusammensetzen gesunder Fische mit kranken unter Ausschluß von Parasiten, fehlschlügen. Nur durch künstliche *Pseudomonas*-Injektion oder durch Arguliden, die mit *Pseudomonas* behaftet waren, oder auch Fischegel gelang es ihm, neue Krankheitsherde zu erzeugen. Daraus ergibt sich, daß neben dem Fischegel der Hauptüberträger der Bauchwassersucht *Argulus* ist und daß er eine große Gefahr für jeden Fischbestand bildet. An der Infektionsstelle durch die Karpfenlaus erscheint zunächst ein kleiner runder, roter Fleck auf der Haut, der durch den Andrang roter Blutkörperchen zu erklären ist; es bilden sich Extravasate. Falls die Karpfenlaus sich bald ablöst, kann unter günstigen Bedingungen diese Wunde noch verheilen. Beide Stadien traf ich an einem Karpfen wie Abb. 46 zeigt. Bei Verbleiben des Parasiten und unter weiteren ungünstigen Bedingungen wird die Oberhautwunde zu einem typischen Bauchwassersuchtgeschwür ausgebildet, das bis in das Bindegewebe oder bis in die Muskulatur reicht. In diesem Stadium können mehrere Arguliden an der Wunde saugen. Die direkte Beeinträchtigung der Wirtstiere durch *Argulus* ist dagegen nicht so groß. Exotische Aquarienfische werden manchmal durch das beim Einstich des *Argulus* abgegebene Sekret vorübergehend betäubt und können auch nach REICHENBACH-KLINKE (1954) nach mehreren Stichen eingehen. Der Karpfen zeigt namentlich beim Befall von einer größeren Anzahl von Arguliden zunächst große Unruhe, die sich im stoßweisen Rückwärtsschwimmen äußert. Dann wird er wieder

ruhig und versucht nun an harten Gegenständen wie Steinen, Ästen, Riedgräsern seine Schmarotzer durch ruckartige Bewegungen abzustreifen. Im Aquarium-Experiment konnte ich auch eine vereinzelte Loslösung solcher Arguliden beobachten. In größeren Gewässern können diese Parasiten unter Umständen keine Wirtstiere mehr finden und verhungern dann.

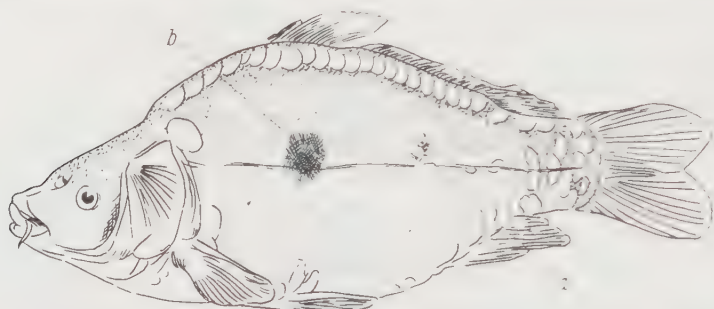


Abb. 46. Karpfen mit 2 Infektionsstellen von Bauchwassersucht, die durch *Argulus* verursacht war. *a* Kleine offene Stelle nach Abnahme der Arguliden; *b* vernarbte Stelle



Abb. 47. 2 Stellen an der Schwanzflosse eines Karpfens, an der längere Zeit Arguliden schmarotzten

In der Praxis der Karpfenzucht werden Brut und kleinere Karpfen, bei stärkerem Argulidenbefall auch größere Exemplare, derartig beunruhigt, daß sie nur ungenügend Nahrung aufnehmen und auf die Dauer so geschwächt werden, daß sie leicht Krankheiten zum Opfer fallen. Selbst in den Winterungen schwimmen solche befallenen Karpfen unruhig umher. — Betrachtet man die Haut an der Einstichstelle, die längere Zeit von Karpfenläusen angegriffen war, so sieht man vertiefte Stellen, die von einem Epithelwall umgeben sind (Abb. 47). Bei Lupenvergrößerung erkennt man, daß dieser Wall ringförmig, bei längerer Parasiteneinwirkung kraterartig aussieht. Die histopathologischen Veränderungen der Haut verschiedener Tiere werden an anderer Stelle noch eingehend beschrieben. Bei stärkerem Befall werden diese Flecken durch Schrumpfungen des Epithels undeutlicher. Die Schwanzflosse wird an den vielen offenen Stichstellen von *Saprolegnia*

befallen und zerstört. Der Fisch sieht glotzäugig aus und macht, vor allem durch den Verlust des von den Arguliden ausgesaugten Gewebesaftes, einen stark geschwächten Eindruck (Abb. 48a). Bei längerem Befall werden schließlich sämtliche Flossen zerstört und die Haut weißlich verfärbt (Abb. 48b). Bei dieser schweren Schädigung liegt der

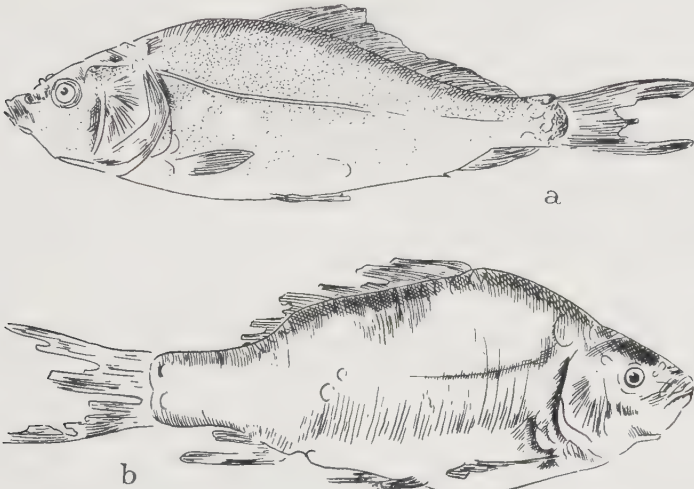


Abb. 48. a u. b. Durch Arguliden geschädigte Karpfen. a Mittelschwer geschädigter Karpfen; b stark geschädigter Karpfen

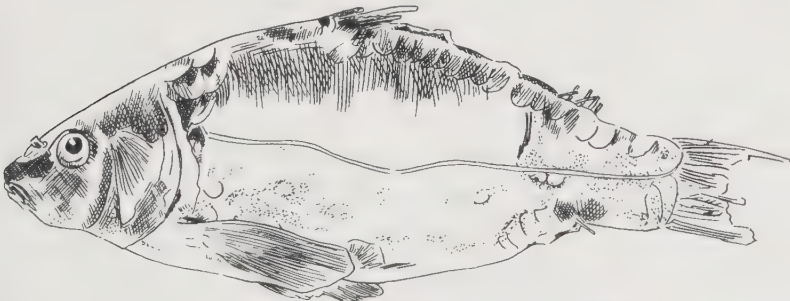


Abb. 49. Durch Argulidenschäden verendeter Karpfen

Fisch meistens in Seitenlage am Grunde des Beckens. Bei noch stärkeren Krankheitssymptomen verendet er dann (Abb. 49).

Die Anzahl der Arguliden, die bei jungen Karpfen von durchschnittlich 15 cm Länge und bei einer Temperatur von 21°C zu einem derartigen Tode innerhalb 14 Tagen führten, betrugen in einem Falle 200, im anderen 175 und 225. Bei 300 Karpfenläusen war ein weiterer Fisch bereits nach 9 Tagen verendet. Nach SCHÄPERCLAUS (1954) hat WUNDSCH eine 28 cm lange Schleie gefangen, die rund 4250 Arguliden

aufwies. Allerdings sind solche Funde selten und nur in Reusen oder auch bei Abfischungen in Schlegelgruben zu machen, wo der Fisch in kürzester Zeit von einer derartigen Masse befallen werden kann. Abschließend ist zu sagen, daß die Bauchwassersucht hauptsächlich durch Arguliden übertragen wird.

2. Verteilung und Verbreitung von *Argulus*. *Argulus foliaceus* wurde in den meisten Ländern Europas schon nachgewiesen. Diese Art kommt nicht nur in stehenden Gewässern vor, sondern — wie ROMANOWSKY 1955 angibt — auch in Flüssen. *Argulus japonicus* ist dagegen bis jetzt nur in Teichen oder Seen aufgefunden worden. Sein Verbreitungsgebiet ist außerordentlich groß. Er lebt nicht nur in Mittel- und Osteuropa, sondern auch in Japan, Nord- und Mittelhina, in Korea und ist auch in den Vereinigten Staaten von Amerika festgestellt worden. *Argulus coregoni* ist nur in Europa, vor allem im Norden, heimisch und bevorzugt klare Gewässer.

Zur Klärung des Vorkommens von *Argulus japonicus* und *foliaceus* und ihrer Häufigkeit wurden bei Abfischungen eine Anzahl von Fischen auf ihren Parasitenbefall untersucht und in einer Liste zusammengestellt (Tabelle 10, Abb. 50). Diese Funde stammen vorwiegend aus Teichen und Weihern; damit sind Gewässer bezeichnet, die fast nie tiefer als 3 m sind und von den kleinsten 50 m² umfassenden angefangen, eine Größe bis zu 1 km² haben können. Ein kleiner Bach dient als Zu- und Abfluß. Diese Teiche werden im Herbst durch eine künstliche Vorrichtung abgelassen. Weit über die Hälfte aller Funde stammen aus dieser Zeit. Die in den Teichen gehaltenen Karpfen, meist 3jährig — werden dann den Fischhandlungen zugeführt. K₁ und K₂, die 1- und 2jährigen Karpfen, werden in den Winterungen, die ihnen besonders günstige Bedingungen bieten, eingesetzt. Im Winter friert eine Anzahl kleinerer Teiche vollständig aus, die größeren werden wegen unzureichender Wasserzufuhr gleich im Herbst wieder gefüllt. Im Frühjahr kommen die K₁ und K₂ aus den kleinen Winterungen wieder in die größeren Weiher. Zu diesem Zeitpunkt ist es nochmals möglich, die Fische auf Arguliden hin zu untersuchen. Manchmal werden mit dem Wurfnetz 1- oder 2jährige Karpfen gefangen, um den Zuwachs zu prüfen. Das ergibt eine andere Möglichkeit, den Befall auf *Argulus* zu prüfen. Mit dem Planktonnetz freischwimmende Karpfenläuse zu käschern, ist mir nur einmal geglückt.

Die Häufigkeit des *Argulus*-Vorkommens richtet sich hauptsächlich nach dem Zustand des Teiches und der Pflege, die der Fischbauer dem Teich angedeihen ließ. Vor allem der natürliche p_H-Gehalt oder der durch die Kalkung entstandene künstliche p_H-Wert ist wohl ausschlaggebend für die Häufigkeit und das Vorkommen von *Argulus foliaceus* und *japonicus* in den Teichen. Es gibt noch eine Reihe anderer Faktoren,

welche die Lebensbedingungen der Karpfenläuse mehr oder weniger beeinflussen. Je sonniger die Lage eines Teiches ist, je wärmer er wird, desto bessere Entwicklungsmöglichkeiten hat der Parasit. Ebenso bietet ein überbesetzter Weiher ihnen günstigere Bedingungen, da eine jung ausschlüpfende Larve leichter einen Wirt findet. An Hart- und Riedgräsern versuchen die von den Läusen geplagten Fische mit mehr oder weniger Erfolg ihre Parasiten abzustreifen. Im Gegensatz dazu bilden weichere Wasserpflanzen, wie *Potamogeton*, *Helodea*, *Myriophyllum* u. a. für die Arguliden eine gute Eiablage und Unterschlupfmöglichkeit. Ein im Winter leerstehender Teich, der zur Sicherheit noch mit Brandkalk bestreut wurde, kann, solange parasitenfreier Fischbesatz verwendet und durch Zu- und Abfluß nichts eingeschleppt wurde, keine Arguliden mehr beherbergen. Man findet in kleineren Weihern, die im Winter fast alle trocken liegen, einen geringeren Parasitenbefall als in größeren, nur kurz abgelassenen Weihern.

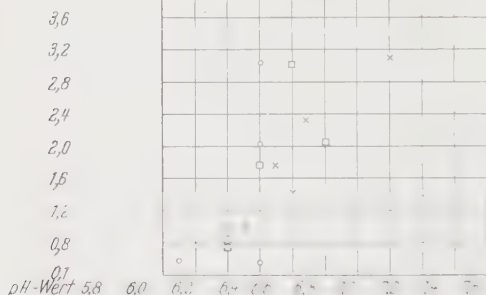
Von den annähernd 2000 Weihern des Aischgrundes konnte nur ein Bruchteil hauptsächlich bei der Herbstabfischung untersucht werden. Es waren vor allem Weiher in der Gegend um Kosbach, Neuhaus, Laufermühle und Forchheim. Sie sind zum größten Teil schon vor Jahrhunderten angelegt in mehr oder weniger sumpfigen Tälern. Daher versauern und verlanden sie in kurzer Zeit, wenn der Mensch sie nicht durch Pflügen, Mähen, Kalken und Düngen wieder nutzbar macht. Zu diesen saueren, verschliffen und zum Teil in Wiesenmoore übergehenden Teichen gehören die Weiher östlich von Forchheim. Hier findet sich *Argulus foliaceus* in weitaus größerer Anzahl, nur im Wetzelsweiher ist die Zahl von *japonicus* größer, obwohl sich hier kaum mehr Beifische — Schleien und Moderlieschen — befanden als in den übrigen Weihern. Einen ganz anderen Befund stellte ich bei den Weihern nördlich der Laufermühle, der sog. Gredelmark, fest. Diese liegen zwar im Aischgrund und würden von Natur aus auch zu den sauren Gewässern zählen. Sie werden jedoch im Frühjahr stark gekalkt, so daß der p_H -Gehalt im Herbst noch oft um 8 beträgt. *Argulus japonicus* fand ich hier viel öfter, so daß ich oft bis zu 6 Tiere je Fisch zählen konnte. Die übrigen, um Neuhaus, Dechsendorf und Kosbach liegenden Weiher besitzen schlammigen oder sandigen Boden; die Vegetation ist reich entwickelt und das Wasser durch Plankton oft getrübt. Als ein typischer Weiher hierfür dürfte der Dummsweiher bei Kosbach anzuführen sein. In 5 verschiedenen Herbstabfischungen in den Jahren 1953/57 fanden sich an den Karpfen nur immer eine geringe Anzahl, meistens nur 5%, *Argulus foliaceus* im Verhältnis zur anderen Art, obwohl durch Schleien und Moderlieschen, die hier häufig waren, diese Art hätte öfter vorkommen können. Der große Bischofsweiher, von sauren Waldwässern gespeist, zeigt ein bedeutend höheres Vorkommen an *Argulus foliaceus*.

Es scheint demnach doch der niedrige pH -Gehalt des letzteren ausschlaggebend für das Vorkommen von *Argulus foliaceus* zu sein. Eine Tabellenübersicht von einigen untersuchten Teichen des Aischgrundes, bei denen durch Spezialindikatorpapier (Merck) der pH -Wert festgestellt wurde, zeigt deutlich, daß bei den niedrigen pH -Werten bis zu 6,6 fast nur Misch- oder Reinbefall von *Argulus foliaceus* vorkommt, über 6,6 dagegen überwiegend *Argulus japonicus* anzutreffen ist. Bei höheren pH -Werten scheint auch die Entwicklungsmöglichkeit letzterer besser

Tabelle 10. Verhältnis zwischen pH -Wert, Vorkommen und Häufigkeit von *Argulus foliaceus* und *Argulus japonicus*

○ = *Argulus foliaceus*, × = *Argulus japonicus*,
□ = *Argulus gemischt*.

Argulusbefall am Fisch
%, 0 oder mehr



jedoch sein können, wenn es sich um Weiher handelt, die nahe zusammenliegen, zeigen 2 Fälle bei den Abfischungen 1956. Der Wellesweiher bei Kosbach — in seiner Beschaffenheit dem Dummetsweiher ähnlich — wies überwiegend *Argulus japonicus* auf wie auch 4 kleine Teiche daneben, allerdings in schwächerem Maße. Die 2 letzten Weiher dieser Kette enthielten dagegen *Argulus foliaceus*. In ähnlicher Weise hatten die Fische des großen Torweiher bei Neuhaus einen Befall mit *Argulus japonicus*, die in dem nicht weit davon entfernt liegenden Pfaffenweiher einen schwächeren Mischbefall. Daß in diesen kleinen Gewässern viel weniger Arguliden vorkommen, beruht auf dem schon erwähnten Umstand der Trockenlegung der Teiche im Winter.

Im Aischgrund sind also vorwiegend *Argulus japonicus* mit meist einer geringen Zahl von *Argulus foliaceus* auf den Karpfen anzutreffen. Nur in den Teichen, die stärker mit Humussäuren angereichert sind, findet man *Argulus foliaceus* häufiger.

Von den wenigen Teichen in Franken, die nicht im Aischgrund liegen und auf *Argulus*-Befall untersucht wurden, sind hauptsächlich

zu sein, da die Befallstärke auf den Karpfen zunimmt. Bei versumpften Wiesen oder Waldteichen mit pH -Werten unter 6 waren alle Fische völlig parasitenfrei.

Es ist interessant, daß nicht nur bei dem erst-erwähnten Beispiel, sondern auch bei anderen Teichen, die mehrere Jahre hindurch untersucht wurden, kaum eine Veränderung in der Häufigkeit und in dem Verhältnis der beiden Arguliden-Arten festzustellen war. Wie unterschiedlich diese Zusammensetzungen

die Teiche des Fischzüchters Werdin in unsere Beobachtungen einbezogen worden; sie liegen in den Niederungen der Altmühl. In diesen Gewässern findet sich daher häufig wiederum *Argulus foliaceus*, während in den besser gekalkten *Argulus japonicus* anzutreffen ist. Aber in 2 Teichen, die eine ähnliche Lage und Größe hatten und auch ungefähr den gleichen p_H -Wert besaßen, befand sich trotzdem ein nach der Art unterschiedlicher Parasitenbefall. In dem einen Teich waren aus-



Abb. 50. Karte über die Abfischung in der Umgebung von Erlangen (s. Tabelle 11)

schließlich Karpfen, während diesen in dem anderen Teich noch Beifische beigefügt waren. Es scheint demnach, daß *Argulus japonicus* den Karpfen als Hauptwirt bevorzugt, während dort, wo Beifische dem Karpfenbesatz zugefügt waren, für *Argulus foliaceus* die günstigsten Lebensbedingungen geschaffen sind. Doch wiegt in Franken auch wegen der guten Pflege der Teiche *Argulus japonicus* vor. In Süddeutschland fehlen häufigere Funde. — In Jugoslawien konnte ich von mitgebrachten Funden ausschließlich *Argulus japonicus* feststellen. Die Teiche Jugoslawiens haben durchschnittlich Lehmboden als Untergrund und werden dazu noch stark gedüngt, so daß der p_H -Wert recht hoch ist. Auch in den Abwasserteichen, so in Birkenhof bei München wie auch in Amberg, konnte ich ebenfalls einen reinen *Argulus japonicus*-Befall feststellen, der sicher aus dem damit verbundenen hohen p_H -Wert resultiert. Zu ganz anderen Ergebnissen gelangte

Tabelle 11. Häufigkeit und Vorkommen von *Argulus japonicus* und *Argulus foliaceus* nach Abfischungen

Abbildung	Datum	Ortsbezeichnung	<i>Argulus japonicus</i>		<i>Argulus foliaceus</i>		Befall	Durchschnittliche Befallsdichte = $\frac{\text{Karpfen}}{\text{Arguliden}}$	Pro-Wert
12 31	1953								
	2.10.	Eck am Nordteich, Serbien.							
		Jugoslawien	5	9					
	2.10.	Belo Jerevo, Jugoslawien . .	103	10			K ₃		
	8.10	Großer Bischofsweiher . . .	5	5	25	20	100 K ₃	1.4	
	9.10.	Oberer Heldenweiher bei Forchheim	20	9			1056 K ₂	0,05	
	14.10.	Veliki Dajkovacki, Bosnien, Jugoslawien	2	7			K.-Brut		
	20.10.	Poljana, Kroatien, Jugoslaw.	6	8			K ₂		
	21.10.	Poljana, Kroatien, Jugoslaw.					K ₃		
	23.10.	Nasice, Jugoslawien	50	26			K ₃		
	25.10.	Dummettsweiher bei Kosbach	35	32				~ 3	
	24 27.10.	Kleiner Weiher neben Krummen Weiher Höchststadt . .	8	5	25	11		~ 3	
13	2.11.	Kleiner Bischofsweiher . . .	18	32					
5	3.11.	Wellesweiher bei Kosbach .	4	3	3	3		0.3	
	14.11.	Kohlhoff-Höhe bei Celle . .			9	4	K.-Brut		
	3.12.	Jugoslawien unbest.	37	48					
	3.12.	Abwasserteich bei Amberg .	174	212					
12 18 28 31 1 21 28 2 25	1954								
	22. 3.	von Borries, Zellsee, Oberbayern	9	10					
	27. 3.	Dinkelsbühl, Teich v. Werdin	16	16	3	2	Laich-K.		
	29. 3.	Duis Heilskoop bei Lübeck .	35	34	7	4			
	3. 4.	Domburg, Hannover	6	5					
	4. 4.	Aschau-Teiche, Hannover Land	11	6					
	13. 4.	Greim Schwarzenbach, Oberpfalz	16	22			K.-Brut		
	22. 4.	Riedel, Neumarkt	100	98					
	8.10.	Großer Bischofsweiher . . .			9	10	20 K ₃	2	
	8.10.	Großer Neuhaus-Weiher . . .	3	3			40 K ₃	0.4	
	9.10.	Teich bei Ansbach	40	22	19	17	50 K ₃	2	
	20.10.	Haarweiher Gredel Mark . . .	9	9					
	28 20.10.	Dummettsweiher Kosbach . .	36	32	3	1	25 K _{2,3}	1.9	
	31 25.10.	Heldenweiher Forchheim . .	8	10					
	2.11.	Abwasserteich, Birkenhof bei München	7	6			35 K ₃	~ 2,6	
	1 2.11.	Unterer Kosbacher Weiher . .	46	32	1	1	45 K ₃	1.4	
	21 11.11.	Brunnweiher, Zeckern	36	32			50 K ₂	1,36	
	28 12.11.	Haarweiher, Gredel Mark . . .			18	14	20 K ₂	1,6	
	2 15.11.	Obere Dorfweiher bei Kosbach	23	20					
	2.12.	Dinkelsbühl, Teich v. Wedin	25	19	59	44	150 K ₁	~ 1	
	25 15.12.	Tanzenheit im Aischgrund . .	44	67	22	37	200 K _{2,3}	~ 0,85	
32 31	1955								
	5. 4.	Forchheim, Wetzelsweiher . .	47	35	10	9	K ₂		
	6. 4.	Forchheim, Heldenweiher . .	15	21	29	25	K ₂		
	12. 4.	Seehof bei Bamberg	5	8					

Tabelle 11 (Fortsetzung)

Abbildung	Datum	Ortsbezeichnung	<i>Argulus japonicus</i>		<i>Argulus foliaceus</i>		Befall	Durchschnittliche Befallsdichte = Karpfen Arguliden	pH-Wert
	1955								
	19. 4.	Eschede bei Celle, Aschau-Teiche			2	1	200 K ₁	0,02	
	21. 4.	Ütze bei Celle				2	100 K ₁	0,05	
	22. 4.	Graf von der Mühle Leonberg, Oberpfalz		2			100 K ₁	0,05	
	22. 4.	Dinkelsbühl, Teich v. Werdin	8	12	12	11	20 K _{2/3}	~2	
	23. 4.	Dinkelsbühl, Teich v. Werdin	24	20	38	32	100 K _{2/3}	~2	
	26. 8.	Dinkelsbühl, Teich v. Werdin	18	21	10	4			
12	28. 9.	Großer Bischofsweiher	12	6	20	15	65 K _{2/3}	~1,5	
21	28. 9.	Oberer Buden-Weiher bei Gremsdorf	1	4			50 K _{2,3}	~0,1	
23	2.10.	Krummer Weiher b. Höchstädt	82	74	12	11			
18	11.10.	Großer Neuhaus-Weiher	29	29					
9	19.10.	Dummsweiher bei Kosbach	49	36	3	2	150 K _{2/3}	~2	6,8
26	21.10.	Dorfweiher in Beutelsdorf, Herzogenaurach	10	9			40 K _{2/3}		6,7
	21.10.	Amberg, Abwasserteich	1				10 K _{2/3}	0,1	
	21.10.	Holstein	1			1	15 K _{2/3}	0,2	
	21.10.	Hirschau	2				20 K _{2/3}	0,1	
4	22.10.	Oberer Kanalweiher bei Kosbach	5	3	1	1	50 K _{2/3}	0,5	6,5
	25.10.	Callenberg bei Coburg	2	1	2	1	35 K _{2/3}	0,6	
28	27.10.	Haarweiher Gredel Mark	208	171	2	1	75 K _{2/3}	~5	7,5
20	28.10.	Hausweiher, Zeckern	11	9	2	1	35 K _{2/3}	~1,5	6,6
	29.10.	aus Schwaben			2		1 K ₂		
27	2.11.	Dummsweiher Gredel Mark	134	108	29	25	35 K ₃	6	7,1
21	4.11.	Brunnen-Weiher	47	45					6,8
5	5.11.	Wellesweiher, Kosbach	20	15			35 K _{2/3}	1	6,8
1	20.11.	Unterer Dorfweiher bei Kosb.	26	26			75 K _{2/3}	1,5	6,7
9	25.11.	Waldrandteich zwischen Lauf-Zeckern	6	5	7	6	50 K _{2/3}	0,2	6,4
	4.12.	kleine Weiher am Wellesw. bei Kosbach	16	14	12	21	30 K _{2/3}	2	7
	1956								
34	2. 4.	Forchheim, unbenannt	4	3		1	40 K _{2/3}	0,2	6,4
			8	5	56	40	35 K _{2/3}	3,7	
1	10. 4.	Unterer Dorfweiher b. Kosbach, Winterung	40	29	3	5	120 K _{2/3}	1,5	7
	16. 4.	Dinkelsbühl, Teich v. Werdin	64	57	7	5			7,2
33	20. 4.	Forchheim, unbenannt			7	6	130 K ₁	0,1	6,3
12	10.10.	Großer Bischofsweiher			2	1	3 K _{2/3}	1,0	
	10.10.	Schleswig-Holstein			2	2	3 K _{2,3}	1,1	
	24.10.	Eschede bei Celle			27	36	30 K _{2/3}	2,0	6,6
	24.10.	Harburg bei Hamburg			9	7	150 K _{2/3}	~0,1	6,6
3	25.10.	Dummsweiher bei Kosbach	48	53			30 K _{2/3}	~3	7,2
26	26.10.	Dorfweiher, Beutelsdorf			3	2	10 K _{2/3}	0,5	6,4
28	27.10.	Haarweiher, Gredel Mark	11	7		1	20 K _{2/3}	~1	7,4
1	31.10.	Unterer Dorfweiher bei Kosbach	55	43			20 K _{2/3}	~5	7,9
	2.11.	Aaldorf bei Bremen	26	22	5	2		~3	6,8

Tabelle 11 (Fortsetzung)

Abbildung	Datum	Ortsbezeichnung	<i>Argulus japonicus</i>	<i>Argulus foliaceus</i>	Befall	Durchschnittliche Befallsdichte Karpfen = Arguliden	Dr.-Wert
	1956						
27	4. 11.	Dummetzweiher, Gredel Mark	62	49	15 K ₂₋₃	~ 7	7,6
23	8. 11.	Krummer Weiher bei Höchststadt	140	118	3 1	~ 2	
2	9. 11.	Oberer Dorfweiher, Kosbach	68	49	100 K ₂₋₃	~ 2,1	7
	10. bis 15. 11.	Welles und angrenzende Weiher Kosbachs					
5		Wellesweiher					
6		linker unterer	123	114	8 4	~ 1	7
7		linker mittlerer	86	89	2 1	~ 1,7	7
					u. Brut		
8		linker oberer	7	6	20 K ₁	0,7	
9		mittlerer oberer	25	23	70 K ₁	0,7	
10		rechter oberer	9	6	50 K ₁	0,3	
					30 K ₁	0,5	
11		rechter unterer	1		100 K ₁	0,05	
17	7. 12.	Neuhaus, großer Torweiher .	202	198	2	~ 4	
16	8. 12.	Neuhaus Georgenweiher . .	6	4	10 K ₂₋₃	~ 1	
15	9. 12.	Neuhaus, Pfaffenweiher . .	2	1	10 K ₂₋₃	~ 0,5	
14		unbenannt (Neuhaus) . . .		1	10 K ₂₋₃	~ 0,1	
19	12. 12.	Neuhaus, Grummetzweiher .	138	120	6 6	2,7	6,7
30	20. 12.	Forchheim, Schlangengrube .	15	23	9 8	~ 3	
	1957						
	17. 3.	Neuensee Lichtenfels . . .	15	12		6 Laich-K.	
	18. 9.	Eschede bei Celle			2		
3	17. 10.	Dummetzweiher, Kosbach . .	26	30	3 1	12 K ₃	5
			2	1	1 2	12 Schleien	0,5
1	25. 10.	unterer Dorfweiher bei Kosbach	13	8	6 5	1000 Moderlieschen	~ 0,01
1	25. 10.	unterer Dorfweiher bei Kosbach	13	8	4 1		
2	5. 11.	oberer Dorfweiher bei Kosbach	50	47		25 K ₃	4
	6. 11.	Holm, Norddeutschland . .		2	1	25 K ₃	4

ich dagegen in Norddeutschland. Von 13 Weihern waren dort 7 mit *Argulus foliaceus* befallen, während die restlichen zur Hälfte *Argulus japonicus*, die andere Hälfte Mischbefall aufwiesen. Das Wasser der Teiche, in denen vorwiegend *Argulus foliaceus* vorkam, war auch hier verhältnismäßig sauer. So lagen z. B. bei Celle die Weiher in einem Hochmoor, während die bei Hamburg in einem Niedermoor lagen.

Zusammenfassung. Hauptsächlich bei Herbstabfischungen wurden aus Deutschland und Jugoslawien eine bestimmte Anzahl Fische auf Parasitenbefall hin untersucht. Die überwiegende Mehrzahl der deutschen

Fische stammte aus dem Aischgrund. Es konnte ein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von *Argulus foliaceus* und *Argulus japonicus* und dem pH-Wert festgestellt werden. *Argulus japonicus* kommt überwiegend im alkalischen Bereich vor, während *Argulus foliaceus* meist saure Gewässer vorzieht. Weiterhin bietet ein reiner Karpfenbestand *Argulus japonicus* bessere Entwicklungsmöglichkeiten als *Argulus foliaceus*. In Norddeutschland fand sich mehr *Argulus foliaceus*, während in Süddeutschland *Argulus japonicus* häufiger vorkam und in Jugoslawien sogar ausschließlich. In Franken war ebenfalls *Argulus japonicus* vorwiegend, doch fand sich allenthalben hier und da auch *Argulus foliaceus*. Die Häufigkeit der Parasiten richtet sich nach verschiedenen Umständen, die kurz erläutert wurden.

Tabelle 12. Zusammenfassung: Abfischungsergebnisse

	<i>japonicus</i>		<i>foliaceus</i>		Anzahl der Teiche		
	♂♂	zus. 2♀	♂♂	zus. ♀♀	japon.	gemischt	foliac.
Erlangen u. Umgebung	2166	1830	360	295	39	11	14
		3996		655			
Franken. . .	515	524	152	117	8	1	2
		1039		269			
Süddeutschland . . .	16	26	30	19	2	1	0
		42		49			
Norddeutschland . . .	82	76	59	59	3	7	3
		126		118			
Jugoslawien	203	108			6	0	0
		311					

3. Beiträge zur Physiologie von *Argulus*. Als hauptsächliche Wirtstiere dienen für die 3 Arten der Arguliden mitteleuropäische Süßwassertiere der verschiedensten Arten.

In der Literatur werden für *Argulus foliaceus* eine große Anzahl solcher Fische genannt und zwar aus den Familien der Barsche (*Percidae*), Stichlinge (*Gasterosteidae*), Hechte (*Esocidae*), Karpfenfische (*Cyprinidae*) und Maränen (*Salmonidae*). Aus dieser Aufstellung kann man mit Sicherheit folgern, daß alle Binnenfische unserer Breiten von *Argulus foliaceus* aufgesucht werden können. Selbst an Frosch- und Krötenlarven soll nach der Literatur *Argulus foliaceus* aufgefunden worden sein, manchmal sogar sollen diese Tiere zur Aufzucht von Arguliden verwendet worden sein. SCHÄPERCLAUS schreibt (1954) einmal von einem Kaulquappensterben infolge starken *Argulus foliaceus*-Befalles. Auch viele außereuropäische Warmwasserfische befällt *Argulus foliaceus*. Er kann sogar für die empfindlichen Arten stark gefährlich sein. Er wird meistens durch Lebendfutter eingeschleppt.

Argulus japonicus wurde bislang in Deutschland als *Argulus pellucidus* nur an Karpfen, *Cyprinus carpio*, aufgefunden. Bei meinen Abfischungen konnte ich noch folgende Wirtstiere feststellen: Schleie (*Tinca vulgaris*), Hecht (*Esox lucius*), Barsch (*Perca fluviatilis*) und Karausche (*Carassius carassius*). Zu fast den gleichen Ergebnissen gelangte ROMANOWSKY (1955), der an 58 Orten in der Tschechoslowakei außerdem noch *Argulus japonicus* an der Rotfeder (*Sardinus erythrophthalmus*) fand. Ursprünglich wurde *Argulus japonicus* in Japan auf Goldfischen (*Carassius auratus*) gefunden, wie TOKIOKI (1936) berichtet.

Tabelle 13. Verteilung von *Argulus foliaceus* und *Argulus japonicus* auf verschiedenen einheimischen Süßwasserfischen in einem Aquarium nach 24 Std

<i>Argulus foliaceus</i>	<i>Argulus japonicus</i>	
12	10	Hecht (<i>Esox lucius</i>) 2 Fische (12, 9 cm)
27	47	Karpfen (<i>Cyprinus carpio</i>) 3 Fische (13, 8, 6 cm)
6	6	Barsch (<i>Perca fluviatilis</i>) 3 Fische (10 cm)
1	—	Schlammpeitzger (<i>Cobitis fossilis</i>) 2 Fische (10, 12 cm)
2	—	Moderlieschen (<i>Leucaspis delineatus</i>) 5 Fische (3 cm)
3	—	Bitterling (<i>Rhodeus amarus</i>) 5 Fische (3, 5 cm)
2	1	Elritze (<i>Phoxinus phoxinus</i>) 3 Fische (4, 5 cm)
9	6	Schleie (<i>Tinca vulgaris</i>) 3 Fische (11, 4, 4 cm)
7	5	Karausche (<i>Carassius carassius</i>) 3 Fische (5 cm)
6	—	Stichling (<i>Gasterosteus aculeatus</i>) 4 Fische (2, 5, 3 cm)
75	75	

Im Gegensatz zu *Argulus foliaceus* fehlt also *Argulus japonicus* an allen kleineren Fischen, den sog. Beifischen, wie Stichling, Gründling usw.

In einem Teich, in dem fast ausschließlich an Karpfen *Argulus japonicus* vorkam, fanden sich an tausend Moderlieschen (*Leucaspis delineatus*) nicht ein einziger *Argulus japonicus*, wohl aber einige *Argulus foliaceus*. Im Aquarium lassen sie sich zwar auf solchen Fischen halten, versuchen aber immer größere Fische, möglichst Karpfen zu besiedeln, wie ein späterer Versuch noch beweisen wird.

Das Vorkommen von *Argulus coregoni* beschränkt sich hauptsächlich auf Salmoniden, vor allem auf die Bachforelle (*Trutta trutta fario*); doch sollen nach den Angaben von ROMANOWSKY auch auf verschiedenen Cypriniden diese *Arguliden* vorkommen. In den fränkischen, bayerischen, jugoslawischen und norddeutschen Teichen wurde *Argulus coregoni* nicht gefunden. Ebenfalls war das Ergebnis an untersuchten Salmoniden in der Wiesent in Franken sowie aus oberbayerischen Seen negativ.

Die vorher erwähnte Tatsache, daß *Argulus japonicus* ausschließlich bei Abfischungen an größeren Fischen gefunden wurde, konnte im Aquariumsversuch nachgewiesen werden. In ein 100 Liter fassendes Aquarium, in dem sich die häufigsten einheimischen Fische befanden,

wurden jeweils 75 *Argulus japonicus* und 75 *Argulus foliaceus* zugesetzt. Die Anheftung an den Wirt geschieht auf Tast- und Strömungsreize, wie es HERTER ausführlich geschildert hat. Meist gelangt die Karpfenlaus durch ein ruckartiges Schwimmen entgegen der vom Fisch erzeugten Strömung auf den Wirt, also durch positive Rheotaxis. Während der ersten Stunden ist natürlich kein Unterschied der Wirtswahl zwischen den beiden Arten festzustellen. Doch durch das chemische Nahperceptionsvermögen der Arguliden, das ebenfalls HERTER erkannte, oder durch die Beschuppung des Fisches abgestoßen, versucht vorwiegend *Argulus japonicus* andere Fische aufzusuchen, was in einem derartigen Becken auch stets gelingt. Schon nach 12 Std weicht die Verteilung von *Argulus japonicus* und *foliaceus* kaum noch von dem Ergebnis von 24 Std ab (Tab. 13).

Die Arguliden setzen sich nach meinen Versuchsergebnissen — Tabelle 14 — nur teilweise an die geschütztesten Stellen, die Bauch- und Afterflossen. Vor allem ist die ungeschützte Schwanzflosse bevorzugt. Der durch die Hautreizung entstehende Epithelwall scheint den Arguliden meist genügend Schutz vor Außeneinflüssen zu bieten. Häufig setzen sich ganze Argulidenscharen an eine Stelle. Oft konnte ich sogar an oder in Bauchwassersuchtgeschwüren Arguliden beobachten. In einem Versuch mit einem 15 cm großen Fisch, der ein 0,5 cm großes Geschwür hatte, hafteten nach 2 Tagen von 10 Arguliden 4 in der Nähe oder an diesem Geschwür.

Tabelle 14. Verteilung der Arguliden an 40 3jährigen Karpfen bei verschieden starkem Befall

Kopf- und Bauch-region	Rücken-flosse	Bauch- und Afterflosse	Schwanz-flosse	Gesamt-zahl auf je 10 Fische
1	3	4	2	10
3	2	3	10	19
7	4	12	18	41
8	8	22	24	58
19	17	41	54	128

Abgesehen von dem besprochenen Überwechseln des *Argulus* auf einen ihm zusagenden Wirt, ist er unabhängig davon gezwungen, bei Eiablage und Kopulation den Fisch zu verlassen und nach einer gewissen Zeit einen neuen Wirt zu suchen. Ganz allgemein scheint mir dieser Wirtswechsel bei höheren Temperaturen häufiger zu sein als bei niedrigen. Um dies zu untersuchen, wurde in ein Becken, das 50 cm lang, 30 cm breit war und dessen Wasserstand 20 cm betrug, 2 kleine gekennzeichnete Karpfen von 8 cm Länge eingesetzt. Der eine war zu Beginn eines Versuches jeweils mit 20 Arguliden besetzt, der andere war parasitenfrei. Nach 24 Std sowie nach 3 Tagen wurden die Karpfenläuse, die überwechselten, gezählt, sowie die frei im Aquarium herumtreibenden. Danach wurde eine andere Temperatur eingestellt. Nach Tabelle 15

beginnt die Neigung, überhaupt einen anderen Fisch aufzusuchen, erst bei 13°C, sie wurde dann sprunghaft größer bis zu 19°C und stieg dann nur noch langsam an.

Wie lange aber freischwimmende Arguliden überhaupt von ihren Nahrungsreserven leben können, bevor sie einen neuen Wirt aufsuchen

Tabelle 15. *Überwechseln von 20 Parasiten auf einen parasitenfreien Fisch bei verschiedenen Temperaturen*

Temperatur ° C	Über- gewechselte Arguliden		Frei- schwimmende Arguliden	
	1. Tag	3 Tage	1. Tag	3 Tage
10	—	1	—	—
13	2	3	—	—
16	6	7	1	2
19	7	8	2	2
24	8	8	2	3
26	8	9	1	4

müssen, ist bislang unbekannt geblieben. Die Vermutungen, die darüber angestellt wurden, sind reichlich vage. So schreibt CLAUS (1875), daß ein *Argulus*, falls er wohlgenährt ist, viele Tage, ja Wochen ohne Nahrung leben kann. IVANFI (1924) meint sogar, daß die Arguliden den größten Teil ihres Lebens frei im Wasser schwimmen können. Meine von Abfischungen mitgebrachten Karpfenläuse waren jedoch, trotz guter Durchlüftung des

Beckens, meist nach einer Woche eingegangen, wenn sie nicht vorher das Wirtstier erreichten. Um zu genaueren Ergebnissen zu gelangen, wurde ein beiderseits offenes Glasröhrchen, dessen Inhalt ungefähr 50 cm³ betrug, mit 10 Arguliden besetzt und darauf mit Gaze oben

Tabelle 16. *Versuch über die Lebensfähigkeit freischwimmender Arguliden bei verschiedenen Temperaturen*

Temperatur ° C	Tage																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3												1	2	3	3	1		
7										4	2	1	3					
12							1	4	3	2								
14						3	4	2	1									
17					1	5	3	2										
20				5	4	1												
28		2	6	2														
32	3	7																

und unten fest verschlossen. Diese Gläschen wurden in ein normal eingerichtetes Aquarium gelegt, und jeden Tag die Lebensdauer der Tiere beobachtet. Das Ergebnis wurde in Tabelle 16 eingetragen.

Aus ihr ist ersichtlich, daß die Karpfenlaus nur in geringem Maße befähigt ist, von der in ihren Blindsäcken gespeicherten Nahrung zu leben. Bei niedrigsten Temperaturen (3°C) kann sie 2 Wochen von ihren

Reserven leben, bei dem von HERTER festgestellten Temperaturoptimum von 28° dagegen nur durchschnittlich 3 Tage. Die anderen Temperaturen gaben die zu erwartenden Zwischenwerte. Bei höheren Temperaturen ist die Reaktionsfähigkeit der Parasiten so stark, daß trotzdem die Möglichkeit, einen Wirt zu finden, recht groß ist.

In seinen reizphysiologischen Untersuchungen gibt HERTER an, daß die Arguliden, weil ihr spezifisches Gewicht etwas höher als das des Wassers ist, für gewöhnlich 5—10 cm über dem Boden schwimmen. Bei stärkeren Lichteinwirkungen reagieren die Karpfenläuse positiv phototaktisch; vor Stellen mit geringer Lichtintensität schrecken sie zurück. Ich konnte in meinen Versuchen feststellen, daß die Tiere bei einer großen Anhäufung auf einem kleinen Raum an der Stelle mit der größten Lichtstärke an der Glaswand herauskrochen und in einer Höhe von 3 cm sich nicht mehr fortbewegen konnten und daher eintrockneten. Bei meinen ersten Abfischungen verlor ich auf diese Weise oft über die Hälfte der Arguliden. Diese Feststellungen wurden mir vom Chemierat Dr. HEUSCHMANN in München mündlich bestätigt. Er konstruierte, um dieses zu verhindern, ein feinmaschiges, dicht an die Aquarienwandung anschließendes Messingnetz, das ins Wasser gehängt wird, so daß die Karpfenläuse nicht mehr an die Wasseroberfläche kommen können. Bei weiteren Versuchen über die Fortbewegung von Arguliden an den Glaswänden zeigt sich folgendes: Eine Schale mit einem Durchmesser von 8 cm und 400 cm³ Inhalt wurde mit 100 Karpfenläusen besetzt. Vor sie wurde in einem Abstand von 50 cm oder 100 cm in einem Winkel von 30° eine Lampe mit 60 Watt aufgestellt. Nach 45 min betrug bei einer Wassertemperatur von 20° und einem Lampenabstand von 50 cm die Zahl der an der dem Licht zugewandten Seite herausgekrochenen Tiere 87. Bei einem Abstand von 100 cm saßen 68 an der lichtstarken Seite, 3 von diesen waren aus dem Wasser herausgekrochen. Wurde die Lichtquelle 50 cm entfernt unter das Beobachtungsgefäß gestellt, so krochen nur 6 Tiere an verschiedenen Stellen heraus, alle anderen saßen an der unteren Wand an der dem Licht am nächsten befindlichen Stelle. Brachte man das Gefäß in einen verdunkelten Raum, so saßen nur 3 an der Glaswand, ein Herauskriechen erfolgte nur in 2 Fällen.

Alle diese Erscheinungen sind stark temperaturabhängig. Für ähnliche Resultate wurde bei 15° fast die doppelte Zeit benötigt, bei 10° blieben die Versuche praktisch ergebnislos. Ebenfalls zu anderen Resultaten gelangt man, wenn die Anzahl der Arguliden im Gefäß sehr klein ist. Die Tiere wenden sich wohl der lichtzugewandten Seite zu, jedoch ist ein Herauskriechen oder eine Aufwärtsbewegung nur ganz selten zu beobachten. Demnach reagieren Arguliden in großer Anzahl auf engem Raum bei stärkeren Lichtreizen stark phototaktisch.

Um den p_H -Bereich festzustellen, in dem die Karpfenlaus leben kann, wurde dem Wasser Natronlauge für den alkalischen Bereich und Salzsäure für den sauren Bereich zugesetzt. Der p_H -Wert wurde mittels Spezialindikatorpapier (Merek) und des Czerny-Indikator festgestellt. Wenn auch *Argulus foliaceus* vorwiegend in den mit Humussäuren angereicherten Weihern zu finden war und *Argulus japonicus* vorwiegend in Weihern mit höheren p_H -Werten, so sind dennoch bei Ansäuerung und Laugenzugabe zum Wasser, auf kurze Zeit gesehen, die Bedingungen für beide Arten ungefähr gleich. Äußerlich sind die Karpfenläuse, die bei diesen Versuchen geschädigt werden, zuerst durch

Tabelle 17

p_H -Wert	Umherschwimmen in min	Tod nach min
1	—	2—3
1,5	1—2	5—6
2	10	20
2,5	20—25	45
3	30—40	60
3,5	40—60	90
4	90—120	2,5 Std
4—9	normal	
9,8	90	4 Std
10	60	2 Std
10,5	45 min	1,5 Std
11	20—30 min	1 Std
11,5	10 min	30 min
12	3,5 min	10 min

eine Trübung des hinteren Schalenfeldes gekennzeichnet. Laugen und Säuren greifen das Chitin und die unter ihm liegenden Gewebe an; besonders dünn sind die Schalenfelder, durch die das Tier atmet. Durch eine Verätzung, der sie nun ausgesetzt sind, werden sie weiß und durchsichtig. Die Tiere gehen durch Sauerstoffmangel ein, falls nicht schon die Behandlung mit Säuren und Laugen zum Tode führt.

Die Versuche zeigen folgende Ergebnisse (s. Tabelle 17).

Argulus wird demnach etwas stärker durch Saure geschädigt als durch Lauge. Auch ist die Zeit vom Aufhören der Schwimmbewegungen bis zum Tode länger bei Säuren als bei Laugen. Die Werte von p_H 4 bis p_H 9 umschließen den normalen biologischen Lebensbereich für Arguliden, der beinahe dem der Fische entspricht. Denn der tödliche p_H -Wert liegt nach Beobachtungen von SCHÄPERCLAUS und BANDT für den Karpfen im sauren Bereich bei 4,5, im alkalischen um 10,8, für die Forelle hier bei 9,2. Allerdings ist *Argulus* im sauren Bereich empfindlicher und im alkalischen Bereich unempfindlicher als der Karpfen.

4. Begattung, Eiablage und Entwicklung. Über die Kopulation und die Eiablage von *Argulus* ist man durch Angaben älterer Autoren recht gut unterrichtet, die ich durch meine Versuche nur bestätigen kann. Die Kopulation, die man leicht in einem Fangglas, in dem mehrere Arguliden beisammen sind, beobachten kann, geschieht in der Weise, daß das Männchen den Carapax des Weibchens von oben faßt und sein

Abdomen derart krümmt, daß es mit Hilfe seiner Thorakopoden die gefüllte Samenkapsel an die Papille des Receptaculum seminis des Weibchens bringt. Während der Dauer der Kopulation, die im Gegensatz zu den Angaben einiger Autoren, kaum länger als 1 Std währt, wird das Sperma der Samenkapseln in die Receptacula seminis des Weibchens befördert. Dabei öffnet der Haken des 4. Beinpaars die Samenkapsel, während die Überführung des Samens das 3. und 4. Beinpaar besorgen. Um die Receptacula seminis beider Seiten zu füllen, sind mehrere Kopulationen notwendig.

Beim Ablegen der Eier wird durch die unterhalb der Geschlechtsöffnung liegenden Papille jedes Ei durch einen Einstich besamt. Die Eier werden in Reihen zu zweit oder zu dritt abgelegt. Die äußere Schale des Eies hat, wie schon CLAUS feststellte, die Eigenschaft, sofort nach der Eiablage blasig anzuschwellen und sowohl mit der Unterlage als auch mit den Eiern fest zu verkleben. Diese Unterlage bilden in der Natur Steine, härtere Wasserpflanzen oder ähnliche Objekte. Im Aquarium werden die Eier meist nur wenige Zentimeter unter der Wasseroberfläche und zwar ausschließlich an den Glaswänden angebracht. Meist werden geschützte Stellen, wie es die Aquarienecken sind, bevorzugt. Das Weibchen laicht während seines Lebens 2mal. Die Zahl der Eier ist bei *foliaceus* und *japonicus* gleich und beträgt bei der 1. Eiablage 50—140, im Durchschnitt also 100, während das 2. Gelege 130—220 Eier hat, also durchschnittlich das Doppelte.

Trotz aller Versuche in den Aquarien möglichst optimale biologische Verhältnisse zu schaffen durch Filtrierung, Durchlüftung, Verwendung von Teichwasser und entsprechenden Wasserpflanzen entwickelten sich die Eier in den ersten Jahren meiner Versuche nicht. Eigenartigerweise half mir dann eine ultraviolette Bestrahlung. Eine Ultra-Vitalux-Lampe, die 1 min lang 15 cm über den Wasserspiegel gehalten wurde, regte die Eier zur Entwicklung an. Die Eier vom gleichen Fang im nicht-bestrahlten Kontrollbecken bei gleichen biologischen Verhältnissen weisen kein Zeichen von Leben auf. Wahrscheinlich sind natürliche Ultra-Violett-Strahlen durch Fenster und Aquariumglas so ausgeblendet, daß nur eine künstliche Bestrahlung mit diesem Licht in der Lage ist, die Eier zur Entwicklung zu bringen. Die Entwicklung der Eier ist, worauf verschiedene Autoren hinweisen, stark temperaturabhängig. Bei Temperaturen unter 10° findet praktisch keine Entwicklung statt, so daß solche Eier mehrere Monate unentwickelt bleiben, sie furchen sich dann später bei entsprechend höheren Temperaturen. Bei 14° beträgt nach meinen Ergebnissen die Entwicklungsdauer der Eier immerhin 5 Wochen, bei 16° 4 und bei 19° nur noch 3 Wochen.

Diese Zahlen entsprechen ungefähr dem Zeitraum, den der junggeschlüpfte *Argulus* braucht, um zum adulten Tier heranzuwachsen.

Genauere Ergebnisse über die Temperaturabhängigkeit der Wachstumsdauer der Arguliden zeigen Versuche, in denen bei Temperaturen von 14°, 16° und 19° *Argulus foliaceus* und *japonicus* gehalten und täglich geprüft wurden. Es zeigte sich, daß die ersten Larvenstadien bedeutend schneller durchlaufen werden als die letzten. Die Entwicklungsdauer

Tabelle 18. Zeiddauer der Jugendstadien
bei *Argulus foliaceus* und *Argulus japonicus*
bei verschiedenen Temperaturen

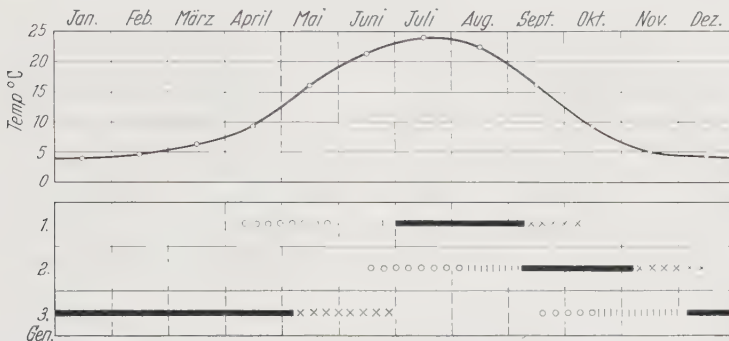
14°		16°		19°	
Stadium	Tag	Stadium	Tag	Stadium	Tag
<i>Argulus foliaceus</i>					
I	1	I	1	I	1
II	2—3	II	2—3	II	2
III	4—7	III	4—6	III	3—4
IV	8—11	IV	7—10	IV	5—6
V	12—15	V	11—14	V	7—10
VI	16—20	VI	15—17	VI	11—14
VII	21—27	VII	18—21	VII	15—18
VIII	28—35	VIII	22—26	VIII	18—22
IX	ab 36	IX	ab 27	IX	ab 22
<i>Argulus japonicus</i>					
I	1—2	I	1	I	1
II	3—4	II	2—3	II	2
III	5—7	III	4—6	III	3—4
IV	8—12	IV	7—10	IV	5—6
V	13—17	V	11—14	V	7—10
VI	18—22	VI	15—18	VI	11—14
VII	23—29	VII	19—22	VII	15—18
VIII	30—39	VIII	23—27	VIII	18—22
IX	ab 40	IX	ab 28	IX	ab 22

von *Argulus japonicus* war bei 14° um 4 Tage, und bei 16° um 1 Tag länger als die von *Argulus foliaceus*, jedoch war bei 19° kein Unterschied mehr festzustellen. Die Entwicklungszeiten beliefen sich bei *Argulus foliaceus* bei 19° auf 22; bei 16° auf 27 und bei 14° auf 36 Tage, bei *Argulus japonicus* aber entsprechend auf 22, 28 und 40 Tage.

Da die dauernde Beobachtung der Generationsfolge der Arguliden in einem Weiher nicht möglich ist, wurde der Entwicklungsablauf der Tiere in den Versuchsteichen auf einen Fischteich der Erlanger Umgebung, den Dechsen-

dorfer Weiher, übertragen (Schema). Als Vergleichsjahr wurde das Jahr 1952/53 herangezogen, da für dieses Jahr genauere Temperaturen des Dechsendorfer Weihers durch GLENK vorliegen. Allerdings lagen die Lufttemperaturen des Jahres 1952/53 in Fürth etwas über den Mittelwerten, die von 1881—1930 in Erlangen gemessen worden sind, so daß man annehmen kann, daß auch die Temperaturen des Dechsendorfer Weihers im allgemeinen, vor allem in den Sommermonaten, etwas geringer sind als die des Jahres 1952/53. Doch spielen diese Schwankungen nur eine untergeordnete Rolle, da der Lebensrhythmus der Arguliden in einem Weiher sowieso nur ungefähr ermittelt werden kann. In den ersten Monaten des Jahres, im Januar bis März, ist der Stoffwechsel der Tiere stark gehemmt. Eine Eiablage erfolgt erst, wenn die Temperaturen über 10° ansteigen, also ab April.

Diese Eier, aus denen die erste Generation hervorgeht, brauchen etwa $1\frac{1}{2}$ Monate zur Entwicklung, so daß sie erst in der 2. Juni-Hälfte ausschlüpfen. Die sich aus ihnen entwickelten Tiere werden ungefähr nach einem Monat zur Eiablage bereit sein. Als geschlechtsreife Tiere



Schema des zeitlichen Auftretens der drei im Laufe eines Jahres entstehenden Arguliden-Generationen. ○ ○ ○ Eier, ▨ Jugendstadien, ■ geschlechtsreife Tiere, x x x zugrunde gehende Tiere

Tabelle 19. Temperaturkurve des Dechsendorfer Weihers und einige weitere Wasser- und Lufttemperaturen

Monat	a	b	c	d
Januar	3,7	1,7	—1,1	—1,6
Februar	4,3	1,9	0,3	0,0
März	6,5	4,6	3,5	4,8
April	8,1	9,4	7,7	10,7
Mai	16,4	14,5	12,9	12,9
Juni	20,8	18,3	16,2	16,7
Juli	24,0	19,8	17,2	20,9
August	22,9	19,1	16,5	19,3
September	16,1	15,9	13,0	11,0
Oktober	9,4	10,4	7,9	7,2
November	5,1	5,7	3,3	1,8
Dezember	4,8	2,7	0,4	—1,5
Jahresmittel	—	10,35	8,2	—
Mittel der Halbjahre	—	4,4 16,3	—	—

Monatsmittel von a Wassertemperatur des Dechsendorfer Weihers 1952/53, b Wassertemperatur des Mains 1928—1950, c Lufttemperatur in Erlangen 1881—1930; d Lufttemperatur in Fürth 1952/53.

leben sie nur die Sommermonate über. Im August und September sterben die Arguliden. Bei den Abfischungen finden sich keine Tiere dieser 1. Generation mehr. Die zuerst abgelegten Eier dieser Arguliden brauchen wegen der Temperaturen im Sommer, die dann meist um 20°C betragen, nur ungefähr 3 Wochen, um auszuschlüpfen. Auch die Larvenstadien dieser 2. Generation entwickeln sich schnell, doch wegen

der zwar immer noch hochsommerlichen, aber schon etwas sinkenden Temperaturen brauchen sie ungefähr 1 Woche länger als die der 1. Generation, so daß die 1. Eiablage der geschlechtsreifen Tiere ungefähr Mitte August stattfindet. Diese 2. Generation ist den ganzen Herbst über voll erwachsen, ein Teil der Individuen wird aber noch im Herbst eingehen, einige wenige im Winter und die übrigen, wenn durch Sonneneinstrahlung im Frühling sich das Wasser sprunghaft erwärmt. Die in den Augusttagen abgelegten Eier schlüpfen ungefähr nach 5 Wochen aus, so daß die 3. Generation bis zur Abfischung Mitte Oktober noch ihre Larvenstadien durchläuft, aber wegen der stark abfallenden Temperaturen nicht mehr in der Lage ist, sich fortzupflanzen. Die ersten Eier werden also im Frühling, etwa Mitte April, abgelegt. Was wird aber nun aus den letzten Eiablagen der alten Arguliden-Weibchen? Betrachtet man die 1. Generation, so wird die späteste Eiablage Ende Juli stattfinden, nur etwas früher als die Eiablage der 2. Generation. Hier wird also die 2. Generation gänzlich übersprungen. Ebenso werden die spätesten Eiablagen der 2. Generation erst im Frühjahr stattfinden. Sicherlich werden auch von den Weibchen der 2. Generation im Spätherbst, im Falle, daß die Temperaturen noch einmal steigen, Eier abgelegt, die aber wegen der späten Jahreszeit sich nicht mehr entwickeln, den Winter hindurch ruhen und erst im Frühjahr ungefähr um die gleiche Zeit schlüpfen, wie die im Frühling abgelegten Eier. Ebenso können die zuletzt abgelegten Eier der als 3. Generation bezeichneten Arguliden gleich die 2. Generation ergeben. Zusammenfassend kann man kurz sagen: Wahrscheinlich gibt es für die 1. Eiablage der Arguliden 3, für die späteren 2 Generationen im Laufe eines Jahres (s. Schema).

5. Histologische Schädigungen der Fischhaut. Wenn man über die histologischen Schädigungen der Karpfenhaut schreibt, muß man zuerst ihren genauen Aufbau kennen. In der Literatur ist, außer einigen kurzen Angaben über dieses Thema, nur die Arbeit von BECKER: „Die Abwehreinrichtungen von Haut und Kieme gegenüber mechanischen, chemischen und parasitären Reizen“ zu erwähnen, aus der folgendes zu berichten ist. Die Haut einsömmriger Karpfen besteht aus 2 dünnen Schichten, dem Epithel und dem Bindegewebe. Die Kerne der Epithelzellen werden nach oben zu länglich gestreckt und abgeplattet. Im Epithel sind Schleim- und Kolbenzellen in wechselnder Zahl eingelagert. Nur bei jüngeren Karpfen tritt eine Cuticula auf, die mit zunehmendem Alter schwächer wird und bald ganz verschwindet. Außerdem liegen noch in den Interzellularräumen des Epithels häufig Lympho- und Leukozyten, die bis in die oberen Zellagen reichen. Die unterste Epithelschicht besteht aus indifferenten senkrecht zur Oberfläche gerichteten Zellen, die lückenlos aneinanderschließen und die die Epithel-, Kolben- und Schleimzellen bilden. Dieser folgt das straffe

Bindegewebe. Es besteht aus dichten Bindegewebsbündeln, die parallel zur Oberfläche verlaufen und von zahlreichen senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Strängen durchsetzt werden. Bei zweisömmrigen Karpfen tritt zwischen Epithel und straffem Bindegewebe eine 3. Schicht auf, das lockere Bindegewebe. Es setzt sich aus Fibroblasten zusammen, die netzartig Bindegewebsfasern gebildet haben. Diese Schicht ist reich an Gefäßen und macht einen lockeren maschenartigen Eindruck. Schwarze Pigmentzellen befinden sich in der Bauchgegend an der Peripherie des Bindegewebes, in der Rückengegend zwischen Epithel und Bindegewebe und zwischen letzterem und der Muskulatur. Bei älteren Fischen kommen außerdem noch schwarze Pigmentzellen am Grunde des lockeren Bindegewebes vor. Das Epithel ist bei diesen wesentlich schwächer als das Bindegewebe. Während z. B. das Epithel eines 1,5 cm langen Fisches $25\text{--}30\mu$ und das Bindegewebe $16\text{--}18\mu$ dick ist, hat ein 7,5 cm langer Karpfen eine Epithelstärke von 90μ . Die entsprechenden Maße für einen zweisömmrigen Karpfen von 22 cm Länge sind für das Epithel 120μ , für das lockere Bindegewebe ebenfalls 120μ und für das straffe sogar 320μ . Es handelt sich dabei um Durchschnittswerte der Bauchhaut, also unter der Seitenlinie des Karpfens. Dabei muß man berücksichtigen, daß die Dicke aller Schichten je nach Körperstellen Schwankungen unterworfen ist.

Mit der Differenzierung des lockeren Bindegewebes ist die Ausbildung von Bindegewebszapfen eng verbunden, die in das Epithel hineinwachsen und zur Ernährung und Festigung des letzteren dienen. In den Flossen folgt auf das Epithel, das meist gefaltet ist, ein Bindegewebe, das eine Mittelstellung zwischen lockerem und straffem einnimmt, da es vereinzelt kleinere und größere Lücken enthält, in dieses sind die Flossenstrahlen und Blutbahnen eingelagert.

Die Veränderungen, die durch die Karpfenlaus verursacht werden, beschränken sich in der Hauptsache auf das Epithel, sie sind auch im lockeren und im straffen Bindegewebe nachzuweisen. Wohl die augenfälligste Erscheinung ist die starke Schrumpfung des Epithels und, wenn auch nicht in so starkem Maße, des Bindegewebes. Die Bauchflosse eines einsömmrigen Fisches von ungefähr 10 cm Länge hat eine Stärke von fast 1 mm, während eine entsprechende Stelle, an der ein Argulide gesessen hat, nur 0,5 mm dick war. Das Epithel ist sehr glatt, die natürlichen Epithelfalten fehlen, so daß an dieser Stelle eine muldenförmige Vertiefung entsteht. Unter der Saugstelle vermißt man im Epithel die Kolben- und Schleimzellen, ja selbst in dem Epithelgewebe, das dieser Stelle gegenüberliegt, ist eine starke Verminderung dieser Stellen zu erkennen. Das ganze Gewebe macht einen stark geschrumpften Eindruck. Die Bindegewebspapillen sind schwächer ausgebildet, was auf der Flüssigkeitsentnahme beruht. Die Epithelzellen sind zusammen-

gedrückt und die Zahl der Zellschichten bis auf wenige herabgesetzt. Am Rande der Mulde ist es jedoch umgekehrt. Hier findet man mehr Schleim- und Kolbenzellen als im normalen Gewebe. Die Zahl der Schleimzellen, die sich bei einer Einheitsstrecke von 200μ in diesen Schnitten im normalen Gewebe auf 2 belief, war hier auf 4 erhöht, die der Kolbenzellen von 3 auf 7. Beide Zellarten fehlten unter der Stichstelle völlig. Die Zahl der Leukozyten, die normal 13, an der Stichstelle immerhin noch 8 betrug, war auf 34 angestiegen. Das Epithel ist leicht erhöht und zeigt wieder Einbuchtungen. Man hat den Eindruck, das Gewebe ist durch den dauernden Druck, den die Karpfenlaus verursacht hatte, zur Seite gewichen. Wahrscheinlich sind auch an der Saugstelle die obersten Epithelschichten durch Druck und Zug abgestoßen worden. Dadurch ergibt sich eine ringartige Erhebung. Diese Erscheinung findet man besonders bei älteren Tieren, bei denen das Gewebe an Saugstellen ungleich dicker ist. Das Bindegewebe ist unter der Stichstelle bedeutend fester und mit vielen Lymphozyten angereichert, die im normalen Bindegewebe nur vereinzelt vorhanden sind. Die Einstichstelle selbst ist nicht zu erkennen. Ein 5 mm großer Argulide hat nämlich einen 330μ langen Stachel, doch kann dieser aus der Stachelscheide nur etwa 100μ tief in die Karpfenhaut gebohrt werden. Die Breite des Stachels in der proximalen Region ist 19μ und in der distalen 8μ . Vergleichsweise ist eine Epithelzelle etwa 10μ , eine Schleimzelle und eine Kolbenzelle über 30μ groß. Die Stichstelle wird sich deswegen beim Einziehen des Stachels sofort wieder schließen, vorausgesetzt, daß die Epidermis an der gleichen Stelle nicht zu oft durchbohrt wird. Mit dem Stachel nimmt die Karpfenlaus nur Hämolymphe und Flüssigkeit auf, niemals aber rote Blutkörperchen, da deren Durchmesser das Lumen des Stachels noch übertrifft. Aus diesem Grunde konnte ich auch nie in den Darmblindsäcken der Karpfenlaus rote Blutkörperchen nachweisen.

Wenn ein Karpfen von zahlreichen Arguliden befallen wird, so weist die Haut die gleichen, schon anfangs beschriebenen Reaktionen auf. Bald jedoch — nach einigen Wochen — erfolgt eine gesamte Schrumpfung des Epithels. Das Bindegewebe wird durch Einlagerungen von Abbauprodukten und Erythrozyten verändert. Die Pigmentzellen haben sich überall zu ungeformten Klumpen zusammengeballt. Schließlich erfolgt ein Absterben der Flossen durch Einwirken von Pilzen und Bakterien. Die Flossenstrahlen sind von keiner Epidermis umgeben und in ihrer Mitte findet sich nur noch abgestorbenes Gewebe. Während sich auf einem leicht beschädigten Flossenstück auf der schon erwähnten 200μ -Strecke noch 2 Schleim- und 4 Kolbenzellen befanden, fehlten diese auf stärker geschädigten Flossenstücken gänzlich. Es finden sich nur noch wenige Epidermiszellen, die ihr charakteristisches

Aussehen verloren haben. In dem abgestorbenen Gewebe sind neben den schwarzen Pigmentzusammenballungen nur noch Lympho-, Leuko- und Erythrozyten vorhanden. An der Bauchhaut eines solch stark geschädigten Karpfens war die Auflösung der Haut noch nicht ganz so weit vorangeschritten, doch waren auch hier Epidermiszellen abgeflacht in wenigen Reihen vorhanden. Das straffe Bindegewebe weist durch Austritt von Flüssigkeit eine stärkere Quellung der Fasern auf. Lymphocyten sind am Grunde des Epithels häufig anzutreffen.

Bei älteren Tieren lassen sich die Stufen der Schädigungen in bedeutend stärkerem Maße feststellen. Das Epithel der Schwanzflosse eines 3jährigen Karpfens zeigte in der Mulde, in der die Karpfenlaus saß, eine Dicke von 0,1 mm, während die gegenüberliegende Seite 0,7 mm



Abb. 51. Querschnitt durch eine Stichstelle an der Bauchhaut eines älteren Karpfens.
a Epithel. Es ist an der Umgebung der Stichstelle glatt, an den Seiten stark erhöht

stark war. Vereinzelt kam in der Mulde eine geringe Anzahl Schleim- und Kolbenzellen vor, die jedoch am Rande massenweise zu sehen waren. Die Lymphocyten sind nicht nur im Epithel um diese Stelle angereichert, sondern sind auch in großer Zahl tiefer im Bindegewebe anzutreffen. Unter der Mulde sind die Zellen der Keimschicht besonders dicht geschlossen, was auf eine erhöhte Tätigkeit dieser Zellen schließen läßt. Auch an der Bauchhaut kann man an dem Wall, der sich um die Einstichstelle gebildet hat, die doppelte, vereinzelt sogar die 3fache Menge der Schleim- und Kolbenzellen feststellen wie im normalen Gewebe. Ferner ist das lockere, maschenartige Bindegewebe fest geworden und durch den Entzug von Lymphe sind Hohlräume entstanden. Ein schematischer Überblick dieser Bauchhaut läßt deutlich diese Mulden- oder Kraterbildung erkennen, während an den Seiten die Epithelfalten besonders stark ausgebildet sind (Abb. 51).

Zusammengefaßte Beobachtungen: Mit bloßem Auge sieht man bei kleineren Karpfen, an denen Arguliden schmarotzten, nur leichtere Eindellungen. Bei größeren Wirtstieren ist durch Zurückweichen und Abstoßung des Epithels an der Einstichstelle ein mehr oder weniger erhöhter Wall festzustellen. Die Schleim- und Kolbenzellen sind um die Saugstelle stark vermehrt, das Epithel gefaltet, während in der Stichstelle selbst nur wenige Schleim- und Kolbenzellen vorhanden sind und das Epithel verhältnismäßig glatt ist. Lymphocyten wandern

zu dieser Stelle und sind daher im Bindegewebe in großer Zahl anzutreffen. Ebenso sind im Epithelwall auch die Leukozyten häufig anzutreffen. Das Bindegewebe ist durch ein Strafferwerden der Fibrillen gekennzeichnet; das lockere weist durch Aussaugen der Flüssigkeit einige Hohlräume auf, das straffe zeigt Wellungen. Die Haut kann sich wieder regenerieren. Bei starkem Befall kommt es jedoch zum Absterben des Epithels der Flossen und auch des Bindegewebes und später zum Tod des Fisches.

C. Bekämpfung von *Argulus*

In der Teichwirtschaft sind 2 Wege beschritten worden, um die Karpfenlaus zu bekämpfen: die Trockenlegung der Teiche, da *Argulus* und seine Eigelege empfindlich sind gegen Austrocknung, und die Entfernung der Karpfenlaus von dem Fisch, am besten durch eine geeignete Badelösung. Nur durch Kombination beider Anwendungsmöglichkeiten hat man die Gewißheit, daß keine Verseuchung der Fischbestände auftreten kann. Die Trockenlegung der Teiche wurde schon von PLEHN in ihrem „Praktikum der Fischkrankheiten“ (1924) als wirksames Bekämpfungsmittel erwähnt. Erst 6 Jahre später untersuchte LOOYEN, inwieweit die Karpfenlaus und ihr Gelege gegenüber Trockenheit resistent sind. Er stellte fest, daß Eier, die mit Hilfe von Fließpapier abgetrocknet waren, höchstens 8 Std. bei direkter Sonneneinwirkung nie länger als 3 Std. Trockenheit vertrugen. Sobald sich aber noch Adhäsionswasser an den Eiern befand, erhöhte sich die Resistenz gegenüber Austrocknung um ein Vielfaches. Ähnliche Ergebnisse erzielte er mit jungen und adulten Tieren. Allerdings ist ein Tier kurz nach der Häutung fast doppelt so empfindlich wie kurz zuvor. Ohne Adhäsionswasser sind zur Abtötung 3–5 Std. mit Adhäsionswasser bis zu einem Tage notwendig. Dazu kommt noch meine Feststellung, daß Arguliden Einfrierungen nicht vertragen können. Sobald sie ganz von Eis umgeben sind, erfolgt ihr Tod mit Sicherheit, obwohl Temperaturen um 0° längere Zeit ohne den geringsten Schaden ausgehalten werden können. Nach meinen Untersuchungen ist es wahrscheinlich, daß dagegen die Eigelege ebenso wie die fast aller niederen Crustaceen frostresistent sind. Es ist daher notwendig, um die Arguliden mit Erfolg zu bekämpfen, den Teich sorgfältig trockenzulegen. Durch Abzugsgräben, die man parallel in einiger Entfernung voneinander anlegt, kann man eine möglichst vollständige Trockenlegung erreichen. Es wird sich oft nicht vermeiden lassen, daß noch Wasserreste, vor allem in der Schlegel- oder Fischgrube, vorhanden sind. An diesen Stellen und eventuell auch zur doppelten Sicherung für den ganzen trocken gelegten Teich leistet Ätz- oder Branntkalk wertvolle Dienste. Durch die Erhöhung der Wasserstoffionenkonzentration werden die

Tiere abgetötet. Steigt der p_H -Wert nämlich für 48 Std auf 9,8, so werden mit Sicherheit alle Arguliden und mit höchster Wahrscheinlichkeit sämtliche Eigelege vernichtet. Dies kann durch Zugabe von mindestens 0,30 g CaO pro Liter Teichwasser erreicht werden. Diese Dosis muß allerdings erhöht oder erniedrigt werden, je nachdem das Wasser sauer oder alkalisch ist. Auf einen Teich, der trocken gelegt ist, genügen in den meisten Fällen 10 dz je Hektar, um diesen p_H -Wert zu gewährleisten. Nur an Stellen, an denen das Wasser höher als 33 cm ist, muß mit einer entsprechend höheren Dosis von CaO nachgeholfen werden, um eine vollständige Vernichtung der Arguliden zu erreichen. Es genügt jedoch nicht, den Teich gut auszutrocknen und ihn richtig zu kalkan, sondern es ist weiter mit größter Sorgfalt darauf zu achten, daß durch Zuflüsse keine Parasiten eingeschleppt werden. Auch durch langsam fließende Abflüsse kann es einem *Argulus* durch seine Rheotaxis gelingen, in einen Teich einzudringen. Man ist also gezwungen, Grabenstücke und Weiher ober- und unterhalb des Teiches trocken zu legen und auszukalken. Nur in seltenen Fällen ist es möglich, durch feinmaschige Netze und Siebe das Eindringen der Arguliden zu verhindern, denn die Maschengröße dürfte nicht mehr als 0,75 mm betragen, um auch die ersten Larvenstadien abzuwehren. Doch nur in sehr klaren Gewässern, die wenig Schwebestoffe führen, wird es sinnvoll sein, diese Netze aufzustellen, da andernfalls in kürzester Zeit die Netze bald durch Anreicherung mit Schwebestoffen verstopft werden.

Eine nicht minder wichtige Aufgabe ist es, wie anfangs schon erwähnt, die direkt an den Karpfen haftenden Arguliden zu bekämpfen. Dabei sollen die Karpfenläuse, die an der Haut der Fische festsitzen oder sogar von ihr umwuchert werden und gegenüber der Außenwelt durch einen Chitinpanzer geschützt sind, entfernt und abgetötet werden. Voraussetzung dieser Bekämpfung ist jedoch, daß weder an der Haut noch am Kiemenepithel oder Nervensystem der Fische irgendwelcher Schaden angerichtet wird. Wohl das älteste, schon von HOFER in seinem „Handbuch der Fischkrankheiten“ (1904) empfohlene Mittel ist das Abbürsten des Karpfens mit einer weichen Bürste. Besser ist nach meiner Erfahrung das von ROTH (1922) empfohlene Absuchen der Parasiten mit einer stumpfen Pinzette. Dabei ist darauf zu achten, daß man sie seitlich abhebt und nie versucht, sie senkrecht abzuziehen, weil es dann infolge der Saugwirkung der Haftscheiben leicht zu kleineren Verletzungen der Haut kommt. Der Fisch ist dabei am besten auf eine weiche, angefeuchtete Unterlage zu legen oder so in der Hand zu halten, daß er sich nicht durch Schlagen seiner Flossen Schaden zufügen kann. Letzteres gilt auch für das von PLEHN (1924) empfohlene Bestreuen des befallenen Tieres mit einem neutralen wasserunlöslichen Pulver wie Talkum, Schwefelblüte oder Bärlappsamen. Die Karpfenlaus wird durch

mechanische Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit vom Fisch ablassen und dann vom Wasser weggeschwemmt werden. Sie ist aber keineswegs geschädigt und daher sofort in der Lage, sich an einen neuen Karpfen festzusetzen. Besser ist daher, das Pulver an der Stelle, an der die Karpfenlaus sitzt, mit der Hand oder mit Hilfe eines weichen Lappens leicht zu verreiben, da durch die körnige Struktur dieses Pulvers der Argulide schwerstens geschädigt wird. Beide Methoden können in der praktischen Teichwirtschaft nur sehr bedingt angewendet werden, da nur einige Dutzend Fische — je nach Befall — pro Stunde abgesucht werden können. Grundvoraussetzung ist ferner ein geübtes Auge und eine gute Kenntnis der Parasiten, um auch die Larvenstadien am Fisch nicht zu übersehen. Mit Einschränkung finden diese beiden Methoden nur bei Laichkarpfen Anwendung: einen wirklichen Nutzen können dagegen Aquarianer daraus ziehen.

Um größere Fischbestände in verhältnismäßig kurzer Zeit von diesen Schmarotzern zu befreien, mußten neue Wege beschritten werden. SCHÄPERCLAUS führte als erster 1931 eine Badelösung zur Bekämpfung der Arguliden ein. Diese Bade Flüssigkeit enthält ein Gift, das bei kurzer Einwirkung den Karpfen keine Schädigung zufügt, wohl aber den Parasiten. SCHÄPERCLAUS wählte als Wirkstoff das Lysol, eine Kreosot-seifenlösung und gab als Badedauer 5—15 sec an. Durch eine Chemophobotaxis — eine Schreckreaktion — sollen die meisten Schmarotzer den Fisch verlassen, die restlichen nach dem Bad entfernt werden. Diese Art des Badens hatte allerdings manche Nachteile: der hauptsächlichste war eine minutenlange Beeinträchtigung des Fisches, die sich in Dreh- und Taumelbewegungen äußerte. Wegen der starken Fischtoxizität wählte BRUNNER (1943) weniger giftige Lösungen wie Kaliumpermanganat und verwendete: 1. 0,01% KMnO_4 -Lösung, Badedauer höchstens 10 min. 2. 0,05% KMnO_6 -Lösung, Badedauer höchstens 5 min. 3. 0,10% KMnO_4 -Lösung, Badedauer höchstens 2 min.

Diese Lösungen wirken durch den sich entwickelnden naszierenden Sauerstoff so stark schädigend auf die Atmungsorgane der Karpfenlaus, daß sie getötet wird. Die Unbeständigkeit und schlechte Löslichkeit von Kaliumpermanganat birgt allerdings auch die Gefahr der Ungenauigkeit in sich.

So besaß man bis vor wenigen Jahren kein sicher wirkendes Mittel für die Praxis der Argulidenbekämpfung. Erst die in den letzten Jahren des 2. Weltkrieges entdeckten chemischen Kontakt-Insektizide und die gewaltige Entwicklung der Präparate in der jüngsten Zeit boten die Möglichkeit zur wirksameren Vernichtung dieser Karpfenschädlinge. Die Kontakt-Insektizide sind Berührungsgifte, die vor allem auf Insekten, daneben auch auf niedere Krebse toxisch wirken; in höheren Konzentrationen schädigen sie auch Wirbeltiere. Die Wirkung dieser Gifte

liegt in der lipoidlöslichen Eigenschaft. Nach Durchdringen der Cuticula werden die Nervenendigungen angegriffen. Die Art der Wirkung ist meist recht kompliziert. So ist bei Wirbeltieren z. B. durch das Mittel E 605 die Cholinesterase blockiert, die das überschüssige Acetylcholin zu dem harmlosen Cholin abbaut. Dadurch wird der Organismus vergiftet, und über einen allgemeinen Erregungszustand kommt es zu Lähmungserscheinungen, die zum Tode führen können.

Zur Klärung der Wirksamkeit der Kontakt-Insektizide (hier die Verträglichkeit gegenüber Fischen und Giftigkeit gegenüber Arguliden) wurden einige typische Gifte ausgewählt.

Von den natürlichen Vertretern wurden vor allem Pyrethrum und auch Nikotin getestet. In den Blütenkronen von verschiedenen Chrysanthemen-Arten findet sich eine stark insektizide Wirkstoffgruppe von sehr kompliziertem chemischen Aufbau, Pyrethrine genannt. Das geprüfte Mittel enthielt 13% Pyrethrine. Das Nikotin, ein Alkaloid, zeigte sich für die Bekämpfung ungeeignet, da es in den erforderlichen Konzentrationen fischgiftig wirkte. Die Hauptgruppe stellen die synthetisch-organischen Insektizide dar. Das DDT, das Dichlordiphenyl-trichlormethylmethan, ist wie auch das folgende Mittel kaum wasserlöslich, sehr leicht löslich dagegen in organischen Lösungsmitteln. In die Gruppe der DDT-Stoffe gehört auch das DFDT, das Difluor-diphenyl-trimethylmethan. Es hat in der Praxis der Argulidenbekämpfung in Form des Handelsproduktes Gix, das 50—60% Wirkstoff enthält, überall Eingang gefunden. Seine kontaktinsektizide Wirkung ist gegenüber dem DDT durch Vorhandensein von Fluor noch gesteigert, seine Giftigkeit gegenüber Wirbeltieren dagegen geringer. Wenige Jahre nach dem DDT fanden die Hexachloreyclohexan-Präparate in Deutschland Verwendung. Sie werden kurz HCH oder Hexa-Mittel genannt. Von den verschiedenen Isomeren des Hexachloreyclohexan hatte das 8-Isomer die stärkste insektizide Wirkung. In den neuesten von der chemischen Industrie entwickelten Mitteln wird auch DDT mit HCH kombiniert.

Die 3. Gruppe der synthetischen Kontakt-Insektizide sind die Phosphorsäureester, kurz E-Mittel genannt. Unter diesen ist vor allem das Parathion zu nennen, das in Deutschland unter dem Namen E 605 bekannt ist. Charakteristisch ist die rasche Zersetzbarkeit seiner Verdünnungen, die keine kumulativen Giftwirkungen aufkommen lassen. Ebenfalls zu dieser Gruppe zählt Malathion, ein organisches Thiophosphat, das dem DDT ähnelt und vor allem gegen saugende Insekten angewendet wird, während Chlordan, das hauptsächlich auf Hexachloreyclopentadien aufgebaut ist und zu der sog. Diengruppe gerechnet wird.

Alle diese Insektizide wirken in stärkeren Konzentrationen, wie schon oben erwähnt, auch auf Fische giftig. Das äußere Erscheinungsbild der

verschiedenen Stadien der Vergiftungen ist bei allen Mitteln ähnlich und läßt sich folgendermaßen kurz kennzeichnen. [Die Namen der Phasen übernahm ich von WASSERBURGER (1952).]

I. Prodromalphase (Anfangsphase): Erregbarkeit und große Unruhe der Fische. — II. Exzitationsphase (Erregungsphase): Erste Gleichgewichtsstörungen (Taumeln), vorübergehende Seitenlage, weitere Steigerung der Erregungen, Springen der Fische (Fluchtversuche), leichtes Ansteigen der Atemfrequenz. — III. Adynamische Phase (Lähmungsphase): starke Gleichgewichtsstörungen in Form von Seitenlage, abwechselnd Flimmer- und Starrkrämpfe im Gegensatz zu schnellen und atypischen Schwimmbewegungen, der Fisch unternimmt aber noch einige Schwimmbewegungen in Seitenlage, wobei er sich meist in Kreisen dreht. — IV. Letale Phase (Todesphase): Unbeweglichkeit des Fisches, konvulsivische Zuckungen der Flossen, immer seltener werdende Augenreaktionen, Eintritt des Todes je nach Konzentration der Lösungen in wenigen Stunden bis zu mehreren Tagen.

Beim Umsetzen des Fisches in frisches Wasser ist seine Erholungsfähigkeit recht ausgeprägt. Sie ist abhängig von Konzentration und Art des Fisches. In den ersten beiden Phasen der Vergiftung zeigt der Karpfen im Fischwasser bald wieder sein normales Verhalten. In der adynamischen Phase machen sich zwar auch noch Erholungserscheinungen bemerkbar — die Vergiftungserscheinungen werden dabei rückwärts durchlaufen —, doch hält die Gesundung nicht lange an. Das Tier fällt wieder in seinen früheren Zustand zurück und verendet darauf. Bei Verbleib in sehr verdünnten insektiziden Lösungen ist der Karpfen ebenfalls befähigt, die bereits äußerlich sichtbaren Schädigungen rückgängig zu machen und sein normales Verhalten wiederzuerlangen.

Der freischwimmende Parasit — im Gegensatz zu dem am Fisch haftenden — reagiert auf die Gifte natürlich besonders stark, und die ersten Phasen der Vergiftung werden oft sehr schnell durchlaufen. In sehr verdünnten Lösungen treten ähnliche Vergiftungserscheinungen wie beim Fisch auf, dagegen ist die Dauer der Vergiftungsphasen unterschiedlich. Folgende Beobachtungen typischer Art konnte ich bei Insektizidgruppen für *Argulus* machen (Tabelle 20).

Im Gegensatz zu der großen Erholungsfähigkeit bei den Karpfen ist diese bei den Arguliden äußerst gering. So ist nur in der prodromalen Phase beim Einsetzen in Frischwasser noch mit einer Erholung des Parasiten zu rechnen. Vor allem ist das Vermögen, einen Wirt aufzusuchen und sich anzuheften, bei freischwimmenden Arguliden bereits in einem sehr frühen Stadium der Vergiftung beeinträchtigt. In vereinzelten Fällen führen die eingetretenen Schäden schon in der prodromalen Phase zum Tode. Dabei muß allerdings die Tatsache berücksichtigt werden, daß Tiere nach der Häutung empfindlicher sind als solche

davor. Die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit der Versuchstiere in einer gleichen Giftlösung beruht also zum großen Teil auf dem Häutungs-
zustand, der verschiedenen Dicke des Chitinpanzers. Ein Unterschied

Tabelle 20. Vergiftungsversuche mit Insektiziden bei *Arguliden*

Phasen	Pflanzliche Insektizide	Organische Insektizide		
		DDT-Gruppe	HCH-Gruppe	E-Gruppe
	Pyrethrum	DFDT-Gruppe	HCH Lindan	E 605 (forte)
Prodromal	Für alle Gruppen nahezu gleich: Unruhe, schnellere Schwimmbewegungen, dazwischen kürzere Ruhestadien, Festsetzen am Glasrand. Häufiger Versuch aus der Giftlösung heraus zu kriechen (Chemophobotaxis)			
Exzitation	Meist recht kurz, stoßweises Umherschwimmen, wechselt mit scheinbaren Ruhestadien ab, in denen der Thorax gekrümmt ist	Einsetzende Kreisbewegung, oft spiralförmig, meist sehr schnell, dazwischen abwechselnd Zusammenziehen mit Schlagen der Extremitäten	Schnellere Bewegungen der Extremitäten bei Anhaftung, Schwimmbewegungen meist nur kurz, stoßweise	Stoßweises Umherschwimmen, vereinzelt Kreisel, jedoch meist unbewegliches Verharren am Glasrand, wobei sämtliche Lokomotionsorgane kopfwärts gezogen sind
	In allen diesen Gruppen kräftiges Schlagen der Extremitäten, um förmlich das Gift abzustreifen und Frischwasser heranzuführen			
Adynamisch	Früher Beginn der Zitterkrämpfe an Extremitäten dazwischen noch kurze, ruckartige Schwimmbewegungen	Kreisende Bewegungen am Boden, entgegengesetzt der eigenen Achse, nach längerem Zittern und Schütteln	Unregelmäßige Bewegungen am Boden, ebenfalls Beginn der Zitterkrämpfe	Vom Boden aus ungezielte ruckartige Schwimmbewegungen, dann mit Dorsalseite am Boden liegend, fortschreitende Lähmung
Letal	Bei allen Gruppen nahezu gleich: Tiere liegen auf dem Rücken am Boden. Die zitternden Zuckungen — unkoordinierte schnelle Bewegungen aller Extremitäten — die bei Wirbeltieren als klonische Krämpfe bezeichnet werden, erscheinen je nach der Konzentration des Giftstoffes kürzer und seltener. Eintritt des Todes nach einigen Stunden bis zu mehreren Tagen			

der Reaktionen zwischen *Argulus japonicus* und *foliaceus* konnte nicht festgestellt werden. Ebenso wurden zu folgenden Versuchen beide Arten, wenn auch größtenteils *japonicus*, verwendet. Es ließen sich weder im Grad noch im zeitigen Ablauf größere Abweichungen im Erscheinungsbild der Vergiftung erkennen.

In Laboratoriumsversuchen wurden zu einer geeigneten Badelösung 3 Zeiten der Badedauer gewählt und zwar: 2, 5 und 15 min. Eine noch

kürzere Zeitdauer bei stärkeren Konzentrationen schien mir nicht geeignet, da die Karpfen, kurz mit dem Käseher eingetaucht, kaum vollständig von der Giftlösung umspült werden können. Die insektizide Wirksamkeit entspricht in bestimmten Temperaturgrenzen ungefähr der RGT-Regel. Sie nimmt also mit dem gesteigerten Stoffwechsel bei höheren Temperaturen zu. Außerdem kann die Lösung in einem solchen Falle auch auf die empfindliche Ventralseite des am Fisch angehefteten Parasiten besser einwirken, der durch die erhöhte Atemfrequenz gezwungen wird, mehr Wasser, in dem das Gift aufgelöst wird, mit Hilfe seiner Extremitäten den auf der Ventralseite befindlichen Schalenfeldern zuzuführen.

In den folgenden Versuchen betrug die Wassertemperatur ungefähr 18° bei einem p_H -Wert von 7.0. Handelte es sich dabei um ein pulverförmiges Insektizid, so erfolgte die Prüfung in der Weise, daß der Wirkstoff zuerst in Aceton gelöst wurde und zwar im Verhältnis von 1:10. Ebenso wurde auch mit in Wasser schwer löslichen Emulsionen verfahren. Dann wurde mit Wasser bis zu entsprechenden Konzentrationen weiter verdünnt. Die benötigte Menge an Aceton war erst in einem Kontrollversuch auf Ungefährlichkeit gegen Fisch und Parasit geprüft worden. An Fischen wurden einjährige Spiegelkarpfen verwendet. Jedes dieser Tiere wurde mit 5 Karpfenläusen besetzt und der Zeitpunkt ihrer Ablösung beobachtet. Er tritt dann ein, wenn der Parasit die Haftfähigkeit infolge Lähmung der Haftscheibenmuskulatur durch eingedrungene Gifte verliert. Dieses Vergiftungsstadium wurde meist in der adynamischen Phase erreicht, und eine Erholung des Arguliden war aus dem Grunde nicht mehr möglich. Allerdings lösen sich hier und da Arguliden auch sofort bei Beginn eines Versuches, der für sie nicht gleich schädigende Wirkung hat. Der Grund war der, daß sie durch Einsetzen in die Bade Flüssigkeit gereizt wurden oder daß sie dem Gift durch eigene Kraft zu entkommen suchten. Meistens hefteten sie sich jedoch wieder an den Fisch an. Eine nur vorübergehende Loslösung wurde nicht verzeichnet. Ebenfalls spielt die „Tothaftung“, d. h. Absterben und Haftenbleiben der toten Arguliden am Körper der Karpfen, nur eine untergeordnete Rolle, da dies nur selten vorkam. War innerhalb 90 min nach dem Bade keine Loslösung erfolgt, so wurde der Versuch beendet, da eine noch spätere Ablösung äußerst selten war und zudem durch das im Leitungswasser in geringen Spuren vorkommende Chlor ausgelöst sein kann (Tabelle 21).

Im Vorversuch wurde außerdem noch der Schwellenwert und die Letalgrenze für Parasit und Wirt festgestellt (Tabelle 22). Der Schwellenwert ist die niedrigste Giftkonzentration, bei der überhaupt noch eine Schädigung eintritt. Die Zeitspanne des Versuches wurde bei *Argulus* auf 12, beim Karpfen auf 24 Std festgesetzt. Die Letalgrenze ist der

Zeitpunkt, von dem ab der Fisch oder sein Parasit eingeht; dabei betrug die Einwirkungszeit der Giftlösungen ebenfalls höchstens 12 oder 24 Std. Die Fische wurden weiterhin noch 2 Tage in Frischwasser beobachtet. Beide Werte wurden einfachheitshalber nur für Insektizide in Emulsionsform festgestellt.

Die Giftwirkung von Pyrethrum-Extrakt ist für *Argulus* wie für den Karpfen derart stark, daß sie noch in Verdünnungen zu beobachten war, in der sich alle anderen Insektizide als wirkungslos zeigten. So lag im Vorversuch der Schwellenwert für den Fisch noch bei 0,1 mg/Liter. Allerdings konnte ich die gleiche Beobachtung machen, die KEMPER (1933) für Pyrethrumpulver feststellte. Wenn auch der Karpfen noch auf geringe Mengen des gelösten Pyrethrus in Form von Lähmungserscheinungen reagierte, so konnte er sich doch in nicht allzu langer Zeit wieder erholen. Daher war die Letalgrenze erst bei 10 mg/Liter Pyrethrumextrakt erreicht. Weil diese reversiblen Erscheinungen der Vergiftung bei *Argulus* bedeutend geringer sind, genügt schon eine Dosis von 0,01 mg/Liter, um bei längerer Einwirkung den Tod herbeizuführen, während die Reizschwelle bei 0,001 mg/Liter erreicht war. Diese Lösungen sind nicht beständig, sie zersetzen sich verhältnismäßig rasch; ihre Wirksamkeit beträgt nach 5 Tagen nur noch die Hälfte und nach 2 Wochen rund $\frac{1}{10}$, was sich ungefähr mit den Angaben von KEMPER deckt. Da erst eine tausendfache für die Karpfenlaus letale Konzentration für den Fisch toxisch wirkt, sind die Erfolge mit den Badelösungen als gut zu bezeichnen. Der Nachteil besteht nur darin, daß der Fisch leicht Schädigungen aufweist, die eigenartigerweise bei Einsetzen in Frischwasser meist etwas länger andauern, als beim Verbleiben in der Lösung. Das pulverförmige Pyrethrum hat eine bedeutend geringere Wirkung. Die darin häufig nur unter 1% vorkommenden Pyrethrine lösen sich vielfach in Wasser nicht. Daher ist ihre Wirkung 50—100% geringer als die des Extraktes.

Das von den Farbwerken Hoechst hergestellte DFD-Präparat Gix, ein Fliegenbekämpfungsmittel, wurde schon 1954 von MEINKEN in einer Aquarienzeitschrift erwähnt. Danach sollten 2 Tropfen Gix auf 1,5 m³ Inhalt entsprechend einer Verdünnung von 1:15 Millionen, direkt in ein Aquarium gegeben, genügen, um auf die Dauer die Karpfenläuse abzutöten, ohne Pflanzen oder Tiere zu beeinträchtigen.

Die Richtigkeit dieser Angaben konnte ich bestätigen. Allerdings bleibt die Frage offen, ob nicht die langandauernde Wirkung des Gix — sie wird auf rund 2 Monate beziffert — eine Speicherung bei den Aquarienfischen zur Folge hat, so daß diese, auf die Dauer gesehen, Schäden davontragen. Ferner werden viele Nährtiere, wie z. B. Daphnien, in gleichem Maße wie die Parasiten geschädigt und fallen für den Fisch als Futterquelle für längere Zeit aus. Meines Erachtens wäre eine in

Tabelle 21. Versuche zur Ablösung von je 5 Arguliden bei verschiedenen Insektizidlösungen des Fisches in der Badelösung: — starke Schädigung des Fisches in der Badelösung: der Arguliden nach der entsprechenden Badedauer: — gar keine oder nach einer arabischen Die Anzahl der Arguliden, die sich jeweils ablöste, ist nach I und II in arabischen in Minuten (')

Verdünnungen	Badedauer in min	Pyrethrum Emulsion Merck Darmstadt	Pyrethrum Pulver mit etwa 1% Pyrethrum	Gix Fliegenvernichtungsmittel DFDT-Präparat Hoechst (Frankfurt)	Paral DDT-Emulsion Böhme Fettechemie Düsseldorf	Multocid DDT-Pulver Schering-A.G.	Linden HCH-Emulsion Merck Darmstadt
1:10 ⁷	2	I 5 +	I 2 II 3 2—6' +	I 3 II 2 15—30'	II 5 5—20'	II 5 15—90'	I 5 —
	5	I 5 +	I 4 II 1 2 +	I 4 II 1 30'	I 2 II 3 5—20' —	I 1 II 4 10—40'	I 5 +
	15			I 4 II 1 2' +	I 5 +	I 4 II 1 15' —	
1:10 ₄	2	I 3 II 2 1—3'	I 2 II 3 5—40'	I 2 II 3 30'	II 5 30—60'	II 1 60' 4—	II 5 3—30
	5	I 5 +	I 2 II 3 2—10'	I 3 II 2 10—15'	II 5 15—30'	II 5 20—90'	I 3 II 2 2—15' —
	15	I 5 +	I 4 II 1 1' +	I 4 II 1 15'	I 2 II 3 5—20' —	II 5 10—60'	I 5 +
1:10 ⁵	2	I 2 II 3 10—30'	I 1 II 3 5—60' 1—	II 2 60' 3—	II 3 30—90' 2—	—	II 5 30—150
	5	I 1 II 4 5—20'	I 4 II 1 3—20'	II 5 60'	II 5 15—90'	—	II 5 5—60'
	15	I 5 +	I 5	II 5 5—20'	I 1 II 4 5—60'	II 3 40—90' 2—	I 3 II 2 15—30'
1:10 ⁶	2	II 3 30—90' 2—	—	—	—	—	—
	5	I 3 II 2 5—20'	II 5 30—90'	II 5 60—120'	II 2 60—120' 3—	—	II 3 30—120' 2—
	15	I 5	I 1 II 4 20—60'	II 5 5—15'	I 1 II 4 15—90'	—	II 5 15—60'
1:10 ⁷	2	—	—	—	—	—	—
	5	I 1 II 3 30—90' 1—	—	II 1 120' 4—	—	—	—
	15	I 3 II 2 15—120'	—	II 4 30—120' 1—	II 3 60—120' 2—	—	II 4 60—150' 1—
1:10 ⁸	2	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—
	15	II 3 30—120' 2—	—	—	—	—	—

ungefähr gleicher Dosis gegebene Menge E 605 forte oder Pyrethrum-extrakt wegen der raschen Zersetzung besser geeignet, den Fischen im Aquarium nach Absterben seiner Parasiten bald wieder normale Verhältnisse zu geben. Dabei sollte gerade diese angewandte Dosis nie höher, eher niedriger gehalten werden. Nach Erscheinen der Angabe MEINKENS im „Fischbauer“ hat ein bekannter Karpfenzüchter aus Jinkelsbühl, Herr Werdin, sich viel Mühe gemacht, eine für die Praxis tragbare Badedauer zu finden, indem er die Konzentration herauf

+ = leichte Schädigung des Fisches in der Badelösung; ++ = mittlere Schädigung
 I = Ablösung der Arguliden während der entsprechenden Badedauer; II = Ablösung
 schon Nummer bei der entsprechenden Anzahl von Tieren keine Giftwirkung festzustellen.
 Ziffern angeben. Fielen die Arguliden nach dem Bade ab, ist noch die Zeit des Abfallens
 zu ersehen.

Lindan Cyclohexan Merck Darmstadt	Hortex- Emulsion 01 Lindan- Präparat Merck Darmstadt	Jacutin flüssig Lindan- Präparat Merck Darmstadt	Chlordan technisch rein Bayer Leverkusen	E 605 forte Emulsion Bayer Leverkusen	E 605 Staub Bayer Leverkusen	Malathion- Emulsion Thio- phosphat- Präparat Cela Ingelheim
II 5 2—15' + I 5 + I 5 +++	I 5 + I 5 ++	I 5 + I 5 +++	II 5 30—60' II 5 3—10' + I 5 +++	I 3 II 2 1—2' + I 5 +++	II 5 1—5' + I ++ I +++	I 1 II 1 5—15' I 5 + I 5 ++
II 5 20—50' I 5 + I 5 ++	I 2 II 3 5—30' I 5 + I 5 +++	I 3 II 2 3—15' I 3 II 2 5—30' + I 5 ++	II 5 60—120' II 5 15—90' I 1 II 4 3—20'	II 5 10—60' I 2 II 3 2—10' I 5 ++	II 5 10—90' I 1 II 4 5—60' I 5 +	II 5 10—20' I 3 II 2 5—10' I 5 +
II 5 90—150' I 2 II 3 10—30' I 5	II 3 15—120' 2— II 5 10—90' I 3 II 2 15—30'	II 5 20—120' I 1 II 4 10—60' I 5 +	II 1 60' 4— II 4 30—120' 1— II 5 15—90'	II 4 60—180' 1— II 5 10—60' I 2 II 3 5—30'	— II 5 20—120' I 1 II 4 30—60'	— I 3 II 2 15—45' I 4 II 1 5'
— II 5 15—120' I 1 II 4 15—30'	— I 1 II 4 60—150'	— II 2 30—150' 3— I 2 II 3 30—120'	— II 2 60—120' 3— II 5 60—150'	— II 5 20—150' I 1 II 4 15—150'	— II 5 60—150'	— I 1 II 4 90' 4— I 2 II 3 30—90'
— I 1 II 2 40—150' 2—		II 2 30—150' 3—	II 2 60—150' 3—	II 3 60—150' 2—		II 2 60—90' 3—

setzte. Es zeigte sich dabei, daß 1—2 Tropfen Gix auf 1 Liter Wasser, was einer Verdünnung 1:10000 entspricht, bei einer Badedauer von 3 min alle Arguliden abtötet, aber keine Karpfen schädigt. Es soll noch einige Male darauf zurückgekommen werden.

Im Vorversuch war für Gix die Zeit, in der erste Schädigungen beim Karpfen sichtbar wurden, im Gegensatz zu allen anderen Giften, meist um ein Vielfaches länger. So war die Schädigungsgrenze in der Verdünnung 1:10000 erst zwischen 10 und 20 min erreicht, während sie

Tabelle 22. Schwellenwert = 1 und Letalzeit = 2 für den Fisch = F und den dauer des gesamten Versuches wurde bei *Argulus* auf 12. beim Karpfen auf Erholung ein; h = Stunde,

Verdünnungen	Pyrethrum				Gix				DDT			
	F		A		F		A		F		A	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1:10 ³ 1 g/Liter	1'	20'	3 bis 5''	5 bis 10'	10 bis 20'	1h	1 bis 2'	10 bis 15'	4 bis 5'	30'	1'	5'
1:10 ⁴ 100 mg/Liter	3'	1h	10 bis 30''	15 bis 30'	1h	12 bis 18h	4 bis 5'	30 bis 60'	1h	3 bis 4h	2 bis 3'	15'
1:10 ⁵ 10 mg/Liter	6 bis 10'	2 bis 3h	1 bis 3'	1 bis 2h	8h	20h W	5 bis 1h	4 bis 8h	4h	10h	4 bis 1h	3h
1:10 ⁶ 1 mg/Liter	10 bis 30'	3h W	3 bis 10'	2 bis 3h			2h bis 30'	1h			1h bis 30'	1h
1:10 ⁷ 0,1 mg/Liter	1 bis 3h	2 bis 3h W	15 bis 20'	D			30 bis 60'	1h				
1:10 ⁸ 0,01 mg/Liter			30 bis 50'	D								
1:10 ⁹ 0,001 mg je Liter			1h	2h D								

bei allen anderen geprüften Stoffen. DDT miteingeschlossen, fast in allen Fällen schon unter 5 min eintrat. Auch die Letalgrenze ist bei der Konzentration 10⁴ sehr niedrig. Sie ist um eine Zehnerpotenz geringer als die geprüfte DDT-Emulsion, was mit den Angaben von OBTUM und SUNNERFORD übereinstimmt, die bei Versuchen mit Goldfischen zu ähnlichen Resultaten kamen. Der Schwellenwert liegt für den Karpfen bei 10 mg Liter. Jedoch ist die Erholungsfähigkeit in dieser Konzentration nur zeitlich bedingt. Meistens gehen die Fische nach wenigen Tagen nach erneuten Lähmungserscheinungen dann doch ein. Auch in größeren Verdünnungen traten noch gewisse vorübergehende Unruheerscheinungen auf. Die DDT- wie auch die DDDT-Lösungen sind sehr beständig. Versuchstiere in 1 oder 2 Wochen alte Lösungen gesetzt, zeigten bei ähnlichen Zeiten Schädigungen wie in frische Lösungen eingesetzte Tiere. Bedingung ist allerdings, daß Emulsionsränder, die sich am Glas mit der Zeit festgesetzt haben, immer wieder verwischt werden.

Die mäßige Giftigkeit von DDT gegenüber Fischen konnte ich bei den Arguliden nicht feststellen. Der Letal- und Schwellenwert, der bei der Konzentration von 0,1 mg Liter liegt, ist beispielsweise noch 10mal größer als bei der DDT-Emulsion. Die Schädigungen und das dadurch bedingte Ablösen der Parasiten war bei Gix im Hauptversuch mit Ausnahme des Pyrethrums am größten, die Schädigungen der Karpfen am geringsten von allen verglichenen Präparaten. Nur in der Bade-

freischwimmenden Arguliden = A bei verschiedenen Insektizidlösungen. Die Zeit-24 Std beschränkt. D = es tritt Dauerschädigung ein; W = es tritt Wieder- ' = min, '' = sec.

Hexan				Chlordan				E 605				Malathion			
F		A		F		A		F		A		F		A	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1'	15'	20 bis 30''	5'	4 bis 8'	30'	1 bis 2'	5 bis 8'	2 bis 3'	10 bis 15'	30 bis 60''	4 bis 5'	3 bis 6'	20 bis 30'	2 bis 4'	10'
3 bis 4'	3h	2 bis 4'	5 bis 10'	25'	5h	3 bis 5'	20'	6 bis 10'	2 bis 3h	2'	15'	10 bis 20'	3 bis 4h	5 bis 10'	20 bis 30'
10 bis 20'	5 bis 6h	4 bis 6'	10 bis 15'	10h	20h	10 bis 15'	40 bis 60'	25 bis 30'	5h	10'	1h	8h	15h	15'	60 bis 90'
1h	4h W	10'	30 bis 60'			30'	3h	10h	20h W	15'	2h			20 bis 30'	D
8h	20h	20 bis 30'	D			3h	D	15h	17h W	30'	3h			45 bis 60'	D
										90'	3h W				

lösung von 15 min Dauer bei einer Konzentration von 1:1000 zeigte der Karpfen leichte Beeinträchtigungen. Zwar ist eine 100fache für den Parasiten letale Konzentration bei langer Einwirkung auf den Fisch tödlich, doch ist die Dauer der Schädigungen bei Karpfen und Karpfenlaus unterschiedlich, so daß Gix zur Bekämpfung von *Argulus* äußerst geeignet ist. Zum Beispiel kann nach meinen Versuchen das in der Praxis verwendete 3 min-Bad in der Verdünnung von 1:10000 um eine beinahe 20fache Zeit überschritten werden, bevor sichtbare Schäden am Karpfen auftreten, während fast die Hälfte der Karpfenläuse schon in dieser Badelösung abfallen. Dieses 3 min-Bad wie auch 1 min-Bad habe ich auf *Argulus*-Schädigungen hin ebenfalls unter den gleichen Bedingungen, wie für die Tabelle angegeben, getestet. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen wurden aber in der Tabelle nicht angeführt, um die Übersicht nicht zu stören. Sie entsprachen bei der Badedauer von 3 min ungefähr den nach der Tabelle zu erwartenden Schädigungen. Wurde aber der Fisch nur 1 min in die Badelösung eingesetzt, lösten sich die Parasiten in dem Maße ab, wie in einer 10fach geringeren Verdünnung bei 2 min Badedauer. Es ist aus diesem Grunde für die Praxis nochmals zu empfehlen, die Badezeit für die Karpfen nicht unter 2 min zu legen. Bei kürzeren Zeiten müßten so starke Konzentrationen angewendet werden, daß allzu leicht die Fische dabei geschädigt würden. Eine längere Badezeit, z. B. von 15 min Dauer bei entsprechenden Konzentrationen ist dagegen sehr zu empfehlen, da die Fische dabei keiner

Schädigung ausgesetzt sind. Sie wird jedoch in der Fischereipraxis aus Gründen der Zeitersparnis kaum anzuwenden sein.

Das angewandte DDT-Emulsion-Präparat Paral ließ sich wie Gix gut in Wasser mischen. Wegen des schon angeführten ungünstigen Schwellenwertes und der Letalgrenze ist Paral bei weitem nicht so geeignet zur Bekämpfung der Karpfenläuse wie Gix. Im Vorversuch wirkte schon die 10fache Konzentration der Lösung, die den *Argulus* abtötet, auf den Karpfen toxisch. Auch in Lösungen des Hauptversuches waren die Ablösungsverhältnisse — bei größerer Fischgiftigkeit — nicht so gut wie bei Gix. Multocid - DDT mit indifferenten Pulvern gemischt — hatte nur eine sehr geringe Wirkung. Es ist praktisch nur bei einer Konzentration bis 10^4 anwendbar. Die geringe Schädigung bei Mutocid beruht, wie andere Autoren z. B. ROEGNER-AUST oder HOESTLAND für DDT-Pulver angaben, auf dem Umstand, daß die Teilchengröße dieser pulverförmigen Substanz wesentlich größer ist als die der Emulsion. Während sie beim DDT-Staub eine Größe von ungefähr $10-20\mu$ beträgt, ist sie in einer Emulsion um $1-2\mu$ groß. Außerdem bilden sich beim Pulver im Wasser oft kleine Klümpchen, was die Giftigkeit sowohl gegen den Fisch als auch den Parasiten herabsetzt. Diese Angaben gelten ganz allgemein für alle staubförmigen Insektizide. Sie können in der Fischereipraxis nur sehr bedingt angewendet werden.

Lindan-Emulsion mit 7% Hexachloreyclohexan wurde mir von der chemischen Fabrik Merck (Darmstadt) zu Versuchszwecken zur Verfügung gestellt. Lindan war in Wasser leicht verteilbar und ist stark giftig für Fische. Der Schwellenwert liegt beim Karpfen bei 0,1 mg Liter, die Letalgrenze bei 10 mg Liter. Der Fisch ist demnach recht gut in der Lage, eingedrungene geringe Giftmengen abzubauen. Die Letalgrenze wie auch der Schwellenwert für *Argulus* ist bei 0,1 mg Liter erreicht. Die Letalgrenze liegt bei einer 100fach geringeren Konzentration als beim Karpfen. Diese Beobachtungen decken sich mit denen von ROEGNER-AUST, die auch bei HCH-Vergiftung eine Erholung aus stärker geschwächtem Zustand feststellen konnte. — Reines Hexachloreyclohexan, das sich in Wasser schwer löst, höchstens im Verhältnis 1:100000, zeigte nur geringe Unterschiede in der Emulsion.

Zwei weiter von Merck hergestellte Lindan-Präparate Hortex, ein Emulsionspräparat, wie auch Jacutin, ein flüssiges Mittel, wurden ebenfalls getestet. In den Reihenversuchen zeigt sich, daß das Emulsionspräparat für Parasit wie Wirtstier etwas geringer als das flüssige Präparat wirkt. Die Haltbarkeit aller Lösungen ist recht gut. Versuche zeigten, daß nach einer Woche die gleiche und nach 2 Wochen nur eine 10% geringere Schädigung feststellbar war. Gute Erfolge bei der *Argulus*-Bekämpfung werden nur in starken Verdünnungen zu erzielen sein, da dieses Mittel, stärker konzentriert, auf den Fisch toxisch wirkt.

Chlordan von Bayer (Leverkusen) wurde technisch rein verwendet. Es ist ein öartiges Mittel, das im Wasser auch nach vorheriger Mischung mit Aceton sehr schwer löslich ist. Seine Giftigkeit gegenüber Karpfenlaus und Karpfen entsprechen im großen und ganzen dem DDT. Auch in der Beständigkeit seiner Lösungen und der geringen Möglichkeit für den Fisch, das Gift abzuwehren, ähnelt es dem DDT. Für Badelösungen wird es kaum in Betracht zu ziehen sein.

E 605 forte, ebenfalls von Bayer (Leverkusen), ist mit Wasser verhältnismäßig leicht mischbar. Das Mittel besitzt ungefähr die gleich starken Giftwirkungen für den Karpfen wie Lindan-Emulsion. Die Letalgrenze lag im Vorversuch bei 10 mg/Liter. Den gleichen Wert fand auch ROEGNER-AUST 1949. Die Letalgrenze liegt beim Parasiten erst bei 0,1 mg/Liter und ist demnach 100mal geringer. Noch besser als von stark verdünnten Lindan-Lösungen können sich Karpfen von E 605-Präparaten erholen. Nur in Pyrethrum-Mischungen konnte ich ähnliche Erscheinungen beobachten. Bei diesen 2 Präparaten stellte ich sogar Erholungserfolge bei Arguliden fest. Ähnlich wie Pyrethrum ist auch E 605 in seinen Verdünnungen sehr wenig haltbar. Es zersetzt sich rasch und hat nach einer Woche nur die Hälfte, nach 2 Wochen nur ungefähr $\frac{1}{8}$ seiner normalen Wirkung. Eine Suspensionslösung von E 605-Staub zeigte, wie zu erwarten war, schwächere Vergiftungserscheinungen. Der Nachteil einer Badelösung ist der gleiche wie bei Pyrethrum und geringer als bei Lindan. Es besteht die Gefahr, daß beim Fisch, wenn auch nur vorübergehend, Schädigungen eintreten.

Malathion, von Cela, Ingelheim, ebenfalls ein E-Mittel, ist in Wasser mit Hilfe von Aceton löslich. Die Giftigkeit gegenüber E 605 ist beim Karpfen erheblich vermindert, bei Karpfenläusen dagegen nur wenig herabgesetzt. Aus diesem Grunde läßt sich dieses Mittel als Badelösung gut anwenden. Jedoch beginnen sich im Gegensatz zu Gix in stärkeren Konzentrationen Schädigungen am Fisch einzustellen. Die Verdünnungen sind von größerer Haltbarkeit als die von E 605 und haben nach 2 Wochen noch die Hälfte ihrer ursprünglichen Giftwirkung. Die Gesundungserscheinungen vergifteter Fische bei Malathion gegenüber den anderen Präparaten ist durchschnittlich.

Einige kleinere Versuche zur Erprobung von einigen dieser Mittel wurden an Teichen in Neuhaus unternommen (Tabelle 23). Dabei wurden K_2 eine bestimmte Zeit gebadet, in Gitter zurückgesetzt und die Erfolge der Ablösung registriert. Dabei waren im großen und ganzen dieselben Ergebnisse wie in den Laboratoriumsversuchen festzustellen. Allerdings waren die Zeiten, in denen sich die Parasiten ablösten, meist viel länger. Zu berücksichtigen ist dabei, daß die Temperatur nur 14° betrug, der p_H -Wert belief sich auf 7,6. Kurze Badezeiten zeigten auch bei stärksten Konzentrationen oft keinen vollen Erfolg.

Da Gix sich neben anderen Insektiziden-Mitteln, die ebenfalls gute Ergebnisse zeigten, am besten bewährt hat, soll kurz seine Anwendungsweise im Fischereibetrieb gestreift werden. In 1 oder 2 Gefäßen, die geeicht sind, wird bis zur richtigen Verdünnung — je 2 Tropfen auf 1 Liter — das Präparat vorsichtig zugegeben. Es entsteht beim Umrühren eine milchige Flüssigkeit. In diese werden die Fische mit einem

Tabelle 23. *Ergebnisse eines Teichversuches nach 24 Std*

Lösung	Zeit min	Pyrethrum	Gix	Paral	E 605 forte	Hexan
10 ³ 1 g je	1	vollständige Ablösung, Fisch gestorben	unvollständige Ablösung	unvollständige Ablösung	vollständige Ablösung, Fisch geschädigt	vollständige Ablösung, Fisch geschädigt
Liter	4	—	vollständige Ablösung	vollständige Ablösung, Fisch geschädigt	—	—
10 ⁴ 0,1 g je	1	vollständige Ablösung	unvollständige Ablösung	kaum eine Ablösung	vollständige Ablösung	vollständige Ablösung
Liter	4	vollständige Ablösung, Fisch geschädigt	vollständige Ablösung	vollständige Ablösung, Fisch leicht geschädigt	vollständige Ablösung, Fisch leicht geschädigt	vollständige Ablösung, Fisch leicht geschädigt

Tabelle 24. *Insektizidstaubversuche*

Zeit min	DDT	E 605	Hortex-Staub
1	keine Fischschädigung	leichte Fischschädigung	mittlere Fischschädigung
4	keine Fischschädigung	schwere Fischschädigung	schwere Fischschädigung

Arguliden waren am Fisch in jedem Fall abgetötet.

Käseher, der möglichst ohne Stiel sein soll, hereingehalten. Nach 3 min werden sie durch kurzes Eintauchen in einem Bottich mit frischem Wasser abgespült und danach in den Teich eingesetzt.

Sollten die Fische auch mit *Piscicola* parasitiert sein, so müßte noch ein von SCHÄPERCLAUS empfohlenes Ätzkalkbad direkt hinter das Gixbad geschaltet werden. Durch Insektizidlösungen ist es schwer möglich, die Fischegel erfolgreich zu bekämpfen. Die Schädigungsgrenzen der Fische liegen bei allen geprüften Mitteln sehr nahe denen der Egel. Der Schwellenwert bei den Karpfen liegt auch höchstens eine Zehnerpotenz höher als der der Fischegel.

Falls man für einzelne Fische keine Badelösung ansetzen und auf umständliche Stäubebehandlung mit indifferenten Stoffen — wie

Talkum oder Schwefelblüte — verzichten will, kann man auch mit insektiziden Pulvern behandeln. Es kommt zu der physikalischen Wirkung noch die abtötende der Berührungsgifte dazu. Nach meinen Versuchen ist übereinstimmend mit SCHÄPERCLAUS ein DDT-Präparat am geeignetsten. Von Hexa- oder E-Stoffen ist wegen ihren schnellen Giftwirkung auf den Karpfen abzuraten. Die mit einem DDT-Präparat kurz eingestäubten Fische sind vor dem Einlassen in den Teich gründlich in frischem Wasser zu reinigen. Es ist auf diese Weise möglich alle Arguliden abzutöten, sicher und rasch, ohne das geringste Risiko für den Karpfen (Tab. 24).

Zusammenfassung der Bekämpfungsversuche. Die Bekämpfung der Arguliden zusammen mit ihren Eigelegen in den Teichen wird nach der Literatur und nach eigenen Versuchen dargestellt. — Die bisher bekannten Methoden, die Karpfen von den Karpfenläusen zu befreien, bestehen hauptsächlich in den verschiedenen Arten des Absuchens oder Bestreuens mit feinkörnigen Giften oder ungiftigen Pulvern. Sie sind nur sehr beschränkt — etwa für Laichkarpfen oder Einzelfische — anwendbar.

Auch Badelösungen, besonders mit Kaliumpermanganat oder Lysol, wurden bereits angewendet. Eingehend untersucht wurden solche mit den viel wirksameren Mitteln der neuen Kontaktgifte in verschiedenen Präparaten. Die einzelnen Phasen der Vergiftung von Karpfen und ihren Parasiten wurden für diese aufgezeigt. Die verschiedenen Insektizide wurden auf die unterschiedlichen schädlichen und tödlichen Wirkungen bei den Versuchstieren getestet. Dabei konnte sich der Karpfen von seinen Vergiftungen besser erholen als der Parasit, die Karpfenlaus. Suspensionen aller Gifte sind wesentlich unwirksamer als Lösungen. Wenn auch wesentliche Unterschiede nicht feststellbar waren, so zeigte sich doch schon das in der Fischereipraxis bekannte Gix am besten geeignet, denn es ist relativ ungiftig für den Fisch, der verhältnismäßig lange Zeiten unbeeinträchtigt in der Badelösung leben kann. Dabei sind zu kurze Badezeiten, unter 1 min, wie ich auch in Versuchen an Teichen nachweisen konnte, nicht zu empfehlen. Die Laborversuche können mit gewissen Einschränkungen in der Praxis verwendet werden. Die Durchführung eines Gixbades wurde geschildert.

Zusammenfassung

1. In vorliegender Arbeit werden die 3 in Mitteleuropa vorkommenden Arten: *Argulus japonicus* (= *pellucidus*), *Argulus foliaceus* und *Argulus coregoni* untersucht. Besonders die morphologischen Unterschiede der ersten 2 Arten, ihre Biologie, Entwicklung, Verbreitung, Schadwirkung und Bekämpfung wird eingehend untersucht und geschildert.

2. Die Pigmentation als unterscheidendes Merkmal wird aufgezeigt. *Argulus foliaceus* ist weitaus stärker pigmentiert als *Argulus japonicus* und *Argulus coregoni*.

3. Der Carapax, der bei *Argulus foliaceus* schmal und oval ist, ist bei *Argulus japonicus* am größten. Ein Unterscheidungsmerkmal bilden

auch die Chitinleisten auf der Dorsalseite des Carapax. Das Abdomen, das bei *Argulus coregoni* unbedornt ist, bei *Argulus japonicus* nur am Rande Dornen aufweist, ist bei *Argulus foliaceus* über seine ganze Breite mit Dörnchen bedeckt. Die Chitinspangen der Saugnapfe sind bei den 3 Arten unterschiedlich. Die Borsten am Carapax sind ein weiteres wesentliches Charakteristikum für die 3 Arten. *Argulus japonicus* weist die größte Anzahl von Borsten auf, *Argulus coregoni* hat eine geringere und *Argulus foliaceus* die schwächste Beborstung. Weitere Unterschiede wurden in der Form, der Bedornung und der Beborstung bei den Antennen, Mandibeln und Maxillipeden festgestellt.

4. Die Entwicklung, die in den ersten Stadien bei *Argulus japonicus* und *foliaceus* nahezu gleich verläuft, wurde beschrieben. Zwei neue Larvenstadien – das zweite und das vierte – wurden festgestellt. Im 5. Larvenstadium finden sich erste Unterscheidungsmerkmale für die 2 Arten. Im ganzen gibt es 10 Stadien, die ein Argulide durchläuft, um geschlechtsreif zu werden.

5. Vorwiegend bei Herbstabfischungen konnte ich Karpfen auf den Befall von *Argulus* untersuchen. *Argulus foliaceus* wurde dabei mehr im norddeutschen Raum gefunden, während *Argulus japonicus* vorwiegend im süddeutschen vorkommt. In Jugoslawien fand sich nur *Argulus japonicus*. Allerdings richtet sich das Vorkommen der beiden Arten auch nach dem p_H -Wert. *Argulus japonicus* zieht alkalische, *Argulus foliaceus* saure Gewässer vor. Die Häufigkeit und Verteilung dieser Arten wurde besonders für den fränkischen Raum dargestellt.

6. Während sich das Vorkommen von *Argulus coregoni* auf Salmoniden beschränkt, ist bei den auf Karpfen lebenden Arten eine unterschiedliche Wirtswahl zu erkennen. *Argulus japonicus* bevorzugt größere Fische, vor allem den Karpfen, während *Argulus foliaceus* häufig auch auf kleineren Beifischen vorkommt. Das Überwecheln von Fisch zu Fisch nimmt bei erhöhter Temperatur zu.

7. Im Gegensatz zu anderen Autoren konnte ich experimentell nachweisen, daß *Argulus* ohne Nahrungsaufnahme je nach Temperatur kaum über 2 Wochen existieren kann. In den Werten von p_H 4–9 spielt sich das Leben der Karpfenlaus ab und entspricht in dieser Hinsicht ungefähr dem des Fisches. Aus der 1. Eiablage der Tiere im Frühjahr gehen 3 Generationen hervor, aus der späteren 2 im Verlauf eines vollen Jahres.

8. Die Karpfenlaus überträgt nicht nur die Bauchwassersucht, sondern schädigt den Karpfen direkt. Die histologischen Schädigungen an den Karpfen reichen bis in das straffe Bindegewebe. Unter der Stichstelle sind keine oder nur eine geringe Anzahl von Kolben- und Schleimzellen und Leukozyten festzustellen, die am Rande der Stichstelle jedoch vermehrt sind. Hier ist auch das Epithel, das an der Stichstelle geschrumpft ist, erhöht. Durch viele Arguliden kann das gesamte Epithel absterben und durch Einwirkung verschiedener Krankheitserreger der Fisch zugrunde gehen.

9. Da die bislang angewandten Methoden der Karpfenlausbekämpfung unzureichend sind, wurden die verschiedensten modernen Insekti-

zide auf ihre Eignung hierfür getestet. Neben anderen Präparaten, deren Suspensionen ungiftiger sind als deren Emulsionen, eignete sich das Präparat Gix zu diesem Zweck am besten, da es eine relativ hohe Ungiftigkeit für den Fisch und eine starke Giftigkeit für die Karpfenlaus zeigt.

Literatur

- BRUNNER, G.: Zur Bekämpfung der Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*). Allg. Fischerei-Ztg **46**, 174—175 (1943). — Kaliumpermanganat als Bekämpfungsmittel gegen die Karpfenlaus. Allg. Fischerei-Ztg **20** (1950). — CLAUS, C.: Über die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden. Z. wiss. Zool. **25**, 217—284 (1875). — DEBAISSEUX, PAUL: Histologie et Histogenese chez *Argulus foliaceus*. Cellule **55**, 245—290 (1953). — DEMOLL, R., u. H. N. MAIER: Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. M. Plehn, Fischkrankheiten. Stuttgart 1924. — DOMBROWSKI, H.: Die Karpfenlaus, *Argulus foliaceus*. Fischbauer **2**, 145—147 (1952). — EICHLER, W.: Die Karpfenlaus, Entwicklungsgang, Parasitismus und Bekämpfung. Allg. Fischerei-Ztg **72**, 153—159 (1947). — Der Kiemenkrebs als Fischparasit. Allg. Fischerei-Ztg **72**, 221—223 (1947). — Erfahrungen mit Gix. In W. EICHLER, „Insektizide heutzutage“, S. 205—209. Berlin: Volk u. Gesundheit 1954. — GRABOWSKA, STEFAN: Sur la structure des glandes cutanées chez l'*Argulus foliaceus*. Kosmos (Lwow) **58**, 355—362 (1934). — GROBBEN, K.: Beiträge zur Kenntnis des Baues und der systematischen Stellung der Arguliden. Wien. S.-B. Akad. Wiss., Abt. II **117** (1908). — HÄNSEL, R.: Körperbau, Entwicklung und Lebensweise der Karpfenlaus. Fischen u. Angeln **5**, 147—149 (1953). — HERTER, K.: Reizphysiologische Untersuchungen an der Karpfenlaus *Argulus foliaceus*. Z. vergl. Physiol. **5**, 283—370 (1927). — Über die Komplexaugen der Karpfenlaus, *Argulus foliaceus*. Zool. Jb., Abt. allg. Zool. u. Physiol. **45**, 159—176 (1928). — HEUSCHMANN, O.: Zur Frage der Beteiligung von Hauptparasiten an der ansteckenden Bauchwassersucht. Allg. Fischerei-Ztg **75**, 564—566 (1950). — Teichversuche zur Frage der Bekämpfungsmöglichkeiten der ansteckenden Bauchwassersucht. Münch. Beitr. Abwasser-Fischerei u. Flußbiol. **1**, 76—108 (1953). — HINDLE, E.: Notes on treatment of fish infected with *Argulus*. Proc. Zool. Soc. (Lond.) **119**, 79—81 (1949). — HIRSCHMANN, H., u. K. PARTSCH: Die Karpfenlaus. Überarbeitung von *Argulus pellucidus* Wagler. Mikrokosmos **43**, 219—223 (1954). — HOFER, B.: Handbuch der Fischkrankheiten. München 1904. — HSIAO, S. C.: Copepods from Lake Reh Hai, China. Proc. U.S. Nat. Mus. **100**, 161—200 (1950). — IVANFI, E.: Morphologische und biologische Untersuchungen an der Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*). Arch. Balaton **1**, 145—163 (1927). — JACZO, I.: Parasitologische Notizen über einige Parasiten der Balatonfische. Arb. ung. biol. Inst. **13**, 102—108 (1941). — JIROVEC, OTTO: Das Atmungsorgan von *Argulus foliaceus*. Z. vergl. Physiol. **20**, 450—453 (1934). — JURINE, LOUIS: Memoires sur l'*Argulus foliaceus*. Ann. Mus. hist. nat. **7**, 431—458 (1806). — KEMPER, H.: Versuche über die Wirkung von Pyrethrumblütenpulver. Z. Gesundheitstechn. u. Städtehyg. **25**, 149—164 (1933). — Zweiter Beitrag zur Frage der Anwendbarkeit des Pyrethrumblütenpulvers bei Bekämpfung tierischer Schädlinge. Wasserversorgung und Abwasserbehandlungsanlagen. Z. Gesundheitstechn. u. Städtehyg. **25**, 681—690 (1933). — KOCIAN, V.: Regeneration der Parasiten (*Argulus foliaceus*). Zool. Jb., Abt. allg. Zool. u. Physiol. **52**, 79—85 (1932). — LEYDIG, F.: Über *Argulus foliaceus*. Ein Beitrag zur Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte des Tieres. Z. wiss. Zool. **2**, 323—349 (1850). — LOOYEN, A.: Über die Möglichkeit der Bekämpfung der Karpfenlaus (*Argulus*) durch Trockenlegen der befallenen Teiche und Anwendung von Ätzkalk. Z. Fischerei **29**, 597—604 (1931). — MARTIN, M. F.: On the morphology and classification of *Argulus*. Proc. Zool. Soc. (Lond.) **771**—806 (1932). — MEEHEAN, L. O.: A review of the parasitic Crustacea of the genus *Argulus* in the collections of the United States National Museum. Proc.

- U.S. Nat. Mus. 88, 459—527 (1940). — MEINKEN, H.: Aquar.- u. Terr.-Z. 7, 50—51 (1954). — NETTOWICH, L.: Neue Beiträge zur Kenntnis der Arguliden. Arb. Zool. Inst. Wien 13, 1—32 (1900). — PAUL, H.: Abriß zur Chemie der Insektizide. In W. EICHLER, Über die Wirkung insektizider Stoffe: Insektizide heutzutage, S. 33—67. Berlin: Volk u. Gesundheit 1954. — PLEHN, M.: Praktikum der Fischkrankheiten. In DEMOLL-MAIERS Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Stuttgart 1924. — PYTAKOW, M. L.: The dorsalgorgans of *Argulus* and their relation of the larva. Quart. J. micr. Sci. 70, 159—171 (1926). — REICHENBACH-KLINKE, H.: Die Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*). Ihre Biologie und Möglichkeit einer Einschleppung in Aquarien. Aquar.- u. Terr.-Z. 7, 14—17 (1954). — ROEGNER-AUST., S.: Schädlingsbekämpfung und Fischerei. Jb. Wasser 17, 22—37 (1949). — Über die Wirkung der neuen Kontaktinsektizide auf Fische. Verh. dtsh. Ges. angew. Entomol. 129—156 (1949). — Einige Beobachtungen über die Wirkung von DDT und Hexapräparaten auf Fische. Z. angew. Entomol. 31, 208—227 (1949). — ROMANOWSKY, A.: Zur Systematik und Verbreitung der Karpfenlaus (*Argulus*) in der Tschechoslowakei. Věstn. čsl. zool. Společnost 19, 27—43 (1955). — ROTH, W.: Die Krankheiten der Aquarienfische und ihre Bekämpfung. Stuttgart: Franckh 1922. — SCHÄPERCLAUS, W.: Die Bekämpfung der Karpfenlaus. Mitt. Fischerei-Verein 32, 61—62 (1928). — Das Lysolbad, ein neues Mittel zur Bekämpfung der Karpfenlaus in der Teichwirtschaft. Z. Fischerei 29, 605—610 (1931). — Fischkrankheiten, 3. Aufl. Berlin: Akademie-Verlag 1954. — SCHILLER, H.: Über ein biologisches Testverfahren zum Nachweis einer Schädigung bei Fischen durch E-Mittel. Diss. tierärztl. Fakultät München 1953. — SCHWARZ, FR.: Messungen an Fischen, Fröschen und Molchen. In W. EICHLER, Über die Wirkung insektizider Stoffe. „Insektizide heutzutage“. Berlin: Volk u. Gesundheit 1954. — SPANDL, H.: Branchiuræ. In P. SCHULZE, Biologie der Tiere Deutschlands, Teil 15. Berlin 1926. — STAMMER, J.: Die Karpfenlaus. Fischbauer 8, 434—435 (1958). — STEUER, A.: Zur Systematik der Karpfenlaus. Tiroler Fischerei-Ztg 3, 3—4 (1928). — THIELE, I.: Beiträge zur Morphologie der Arguliden. Mitt. zool. Mus. Berlin 2, 1—51 (1900). — Diagnosen neuer Arguliden-Arten. Zool. Anz. 23, 46—48 (1904). — TOKIOKA, TAKASI: *Argulus japonicus* larval development. Mem. Coll. Sci. Kyoto 12, 93—114 (1936). — Preliminary report on Argulidae found in Japan. Annot. zool. jap. 15, 334—343 (1936). — WAGLER, E.: Die deutschen Karpfenläuse. Zool. Anz. 110, 1—10 (1935). — WASSERBURGER, H. J.: *Diphnia magna* als Tests zum Nachweis von Kontaktinsektiziden-Spuren. Pharmazie 7, 731—734 (1952). — Abgrenzung und Anwendungsbereich der Insektizide. In W. EICHLER, Über die Wirkung insektizider Stoffe. „Insektizide heutzutage“, S. 25—31. Berlin 1954. — WILSON, C. B.: North American parasitic copepods of the family Argulidae with a bibliography of the group and a systematic review of all known species. Proc. U.S. Nat. Mus. 25, 635—742 (1902). — A new species of *Argulus*, with a more complete account of two species already described. Proc. U.S. Nat. Mus. 27, 627—655 (1904). — Additional notes on the development of the Argulidae, with the description of a new species. Wash. Smith Inst. Nat. Mus. Proc. 32 (1907). — Parasitic copepods in the United States National Museum. Proc. U.S. Nat. Mus. 94, 529—582 (1944). — WOYNAROVICH, E.: Eine neue Methode zur Bekämpfung der Ektoparasiten von Karpfen. Acta vet. Budapest 4, 39—45 (1954). — WUNDER, W.: Die Bekämpfung der Karpfenlaus in der Teichwirtschaft. Fischbauer 8, 438—439 (1958). — WUNDER, W., u. H. DOMBROWSKI: Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen im Aischgrund. Allg. Fischerei-Z. 76, 159—163 (1951). — WUNDSCH, H. H.: Fischereischädigung durch massenhaftes Auftreten von Karpfenläusen. Mitt. Fischerei 19, 53—54 (1927). — ZACWILICHOWSKY, K.: The nervous system of the carp-louse *Argulus foliaceus*. Bull. Acad. pol. Sci. Lettres 2, 117—128 (1948).

J. STAMMER, Zool. Inst. der Universität, Erlangen, Universitätsstr. 19

Lebenslauf

Als Sohn des Universitätsprofessors Dr. Hans-Jürgen Stammer und seiner Ehefrau Dr. Sybille geb. Vallen wurde ich am 4. April 1930 in Breslau geboren. Dort trat ich von 1936 bis 1939 in die Volksschule ein. Als mein Vater in Erlangen die Leitung des Zoologischen Institutes übernahm, besuchte ich das Humanistische Gymnasium Erlangen bis zur Auflösung durch die Kriegsverhältnisse Winter 1944/45. Durch den Verlust des Heimes konnte ich erst 1946 meinen Schulbesuch fortsetzen und zwar am Humanistischen Gymnasium der Benediktinerabtei Metten. Dort bestand ich im Sommer 1950 die Reifeprüfung. Vom Winter 1950/51 studierte ich an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen die Fächer Zoologie, Botanik, Chemie, Bakteriologie und Geologie. Meine Studien wurden zwei Sommersemester durch entomologische Arbeiten am Commonwealth-Institut of Biological Control in Feldmeilen, Schweiz, unterbrochen.

Die Dissertationsarbeit, die ich von Herrn Prof. Dr. Wunder 1954 erhielt, schloß ich im Sommer 1958 ab.

Meine akademischen Lehrer waren: Berninger, v. Freyberg, Gauckler, Hesse, Hilsch, Knorr, Meuwsen, Neuhaus, Schwemmle, Stammer und Wunder.

